

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии
Кафедра вычислительной техники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы				
Разработка информационной системы для управления геолого-техническими мероприятиями на фонде нефтяных и газовых скважин				

УДК 004.9:004:73:622.276

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ4А	И.В. Евсюткин		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ВТ	Н.Г. Марков	Д.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	И.С. Антонова	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	М.И. Пустовойтова	К.Х.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ВТ	Н.Г. Марков	Д.Т.Н.		

**ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО
ПРОГРАММЕ: 09.04.02 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И
ТЕХНОЛОГИИ (МАГИСТРАТУРА)**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО (ФГОС 3+), критерии АИОР
Общепрофессиональные компетенции		
P1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-1, ПК 8-12, ОК-4), критерий 5 АИОР (п. 1.1), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-5, ПК-7, ОК-3), критерий 5 АИОР (п. 1.1, 1.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-2,6, ПК-1, ОК-1), критерий 5 АИОР (п. 1.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-3,4, ПК-2,3, ОК-2), критерий 5 АИОР (п. 1.6, п. 2.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Профессиональные компетенции		

P5	Разрабатывать стратегии и цели проектирования, критерии эффективности и ограничения применимости, новые методы, средства и технологии проектирования геоинформационных систем (ГИС) или промышленного программного обеспечения.	Требования ФГОС 3+ (ПК-1,2,3, ОПК-2, ОК-1), критерий 5 АИОР (п.1.3), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания интеллектуальных ГИС и ГИС технологии или промышленного программного обеспечения с использованием методов системной инженерии.	Требования ФГОС 3+ (ПК-7-13, ОПК-1, ОК-4), критерий 5 АИОР (п. 1.4), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и сопровождения ГИС и ГИС технологий или промышленного программного обеспечения с использованием методов и средств системной инженерии, осуществлять подготовку и обучение персонала.	Требования ФГОС 3+ (ПК-4,17, ОПК-6, ОК-4,7), критерий 5 АИОР (п. 1.5), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P8	Формировать новые конкурентоспособные идеи в области теории и практики ГИС и ГИС технологий или системной инженерии программного обеспечения. Разрабатывать методы решения нестандартных задач и новые методы решения традиционных задач. Организовывать взаимодействие коллективов, принимать управленческие решения, находить компромисс между различными требованиями как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании.	Требования ФГОС 3+ (ПК-5,6,14,15,16, ОПК-1,2, ОК-4), критерий 5 АИОР (п. 1.6), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Общекультурные компетенции		
P9	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.	Требования ФГОС 3+ (ОК-4,7, ПК-8-12, ОПК-1,6), критерий 5 АИОР (п. 2.1, п. 2.3, п. 1.5), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P10	Свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения.	Требования ФГОС 3+ (ОК-3, ПК-7, ОПК-4,5), критерий 5 АИОР (п. 2.2),

		соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P11	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.	Требования ФГОС 3+ (ОК-1,5, ПК-1, ОПК-2), критерий 5 АИОР (п. 2.4, п. 2.5) , соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
P12	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.	Требования ФГОС 3+ (ОК-2,6, ПК-2,3, ОПК-3), критерий 5 АИОР (п. 2.6), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт	–	Институт кибернетики
Кафедра	–	Вычислительной техники
Направление, профиль	–	Информационные системы и технологии, системная инженерия программного обеспечения

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Марков Н.Г.
 (Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ4А	Евсюткину И.В.

Тема работы:

Разработка информационной системы для управления геолого-техническими мероприятиями на фонде нефтяных и газовых скважин	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.02.2016 №776/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Источником информации при разработке информационной системы является технический проект «Автоматизированное рабочее место промыслового геолога» в составе корпоративной геоинформационной системы управления производством ОАО «Томскгазпром», документация к информационной системе для планирования и оценки эффективности ГТМ на фонде скважин ОАО «Газпром», описание известных методов и алгоритмов управления ГТМ.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Проведение анализа основных методов и алгоритмов для управления ГТМ, выявление наиболее перспективных из них для проектирования информационной системы, создание проекта системы, программная реализация системы, тестирование и отладка программного обеспечения системы.
Перечень графического материала	Мультимедийная презентация: <ul style="list-style-type: none"> • Актуальность задачи управления ГТМ • Цель и задачи работы • Описание основных бизнес-процессов для управления ГТМ

	<ul style="list-style-type: none"> • Основные методы и алгоритмы для выбора скважин-кандидатов для ГТМ • Эскизы интерфейсов пользователя • Варианты использования ИС • Концептуальная модель данных • Детальная архитектура программного обеспечения ИС • Выбор среды разработки и языков программирования • Описание среды разработки ELMA BPM • Основные BPMN-диаграммы • Описание работы специалиста с ИС • Тестирование и отладка ИС • Список публикаций • Заключение
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Антонова И.С.
«Социальная ответственность»	Пустовойтова М.И.
Разделы на иностранном языке	Шепетовский Д.В. Мирошниченко Е.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Задачи автоматизации управления геолого-техническими мероприятиями на фонде нефтяных и газовых скважин (Analysis of geological and technical arrangements management tasks)	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой вычислительной техники	Марков Н.Г.	д.т.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ4А	Евсюткин И.В.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
Уровень образования магистр
Кафедра вычислительной техники
Период выполнения осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года
Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
31.08.2015 г.	Анализ предметной области	15
01.11.2016 г.	Проектирование и разработка системы	25
19.04.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
24.04.2016 г.	Социальная ответственность	15
28.04.2016 г.	Обязательное приложение на иностранном языке	15
01.06.2016 г.	Оформление пояснительной записки	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой вычислительной техники	Марков Н.Г.	д.т.н., профессор		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Вычислительной техники	Марков Н.Г.	д.т.н., профессор		

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация 195 с., 49 рис., 56 табл., 22 источника, 2 прил. (Разделы на английском языке, Требования к системе).

Ключевые слова: скважина-кандидат на проведение геолого-технических мероприятий (ГТМ), управление ГТМ, сервис-ориентированная архитектура информационной системы, ВРМ-система, веб-сервис.

Объектом исследования является управление ГТМ на фонде нефтяных и газовых скважин.

Цель работы – создать информационную систему (ИС), имеющую средства автоматизации для решения основного комплекса задач управления ГТМ, начиная от сбора исходных данных, отбора скважин-кандидатов для ГТМ, выбора мероприятий для этих скважин и заканчивая планированием работы бригад КРС при реализации ГТМ.

В процессе исследования и разработки ИС использовались методы моделирования бизнес-процессов, методы проектирования программного обеспечения и баз данных информационных систем.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики ИС. Система имеет сервис-ориентированную архитектуру, что позволяет встраивать программы, реализующие новые методы управления ГТМ, ИС осуществляет автоматизированный сбор предложений по остановкам скважин, ввод промысловых и геологических данных по скважинам и продуктивным пластам. В ИС реализован ряд методов выбора скважин-кандидатов для ГТМ как наиболее трудоёмкого бизнес-процесса и выбора мероприятий для таких скважин.

Область применения: ИС нацелена на автоматизацию управления фондом скважин предприятий нефтегазовой отрасли. Автоматизации подлежат процессы управления ГТМ на фонде как нефтяных, так и газовых скважин предприятий.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 19.402 – 78 Единая система программной документации.
Описание программы.

ГОСТ 19.404 – 79 Единая система программной документации.
Пояснительная записка.

ГОСТ 19.502 – 78 Единая система программной документации.
Описание применения. Требования к описанию и оформлению.

ГОСТ 19.504 – 79 Единая система программной документации.
Руководство программиста. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.101 – 77 Единая система программной документации.
Виды программ и программных документов.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Система: Разрабатываемая система «Информационной системы для управления геолого-техническими мероприятиями на фонде нефтяных и газовых скважин».

Скважина: Сооружение в виде ориентированной в пространстве горной выработки, имеющее собственную архитектуру и назначение, оснащенное технологическим оборудованием.

Скважина-кандидат: Скважина, которая рассматривается на вопрос выбора для последующего определения для неё геолого-технических мероприятий, оценки эффективности её выбора и занесения в оперативный план.

Геолого-технические мероприятия (ГТМ): Работы, проводящиеся на фонде скважин с целью обеспечения проектных показателей разработки месторождения (эксплуатации подземного хранилища газа), выполнения требований промышленной безопасности и охраны окружающей среды.

Классификатор: Структурированный перечень наименованных объектов, может быть, как простым списком, так и иерархической древовидной структурой.

MES: Manufacturing Execution System – специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства.

ГДИС: Гидродинамические исследования скважины.

ГИС: Геофизические исследования скважины.

ПГИ: Промыслово-геофизические исследования.

БД: База данных.

КТС: Комплекс технических средств.

ТЗ: Техническое задание.

RUP: Rational Unified Process – методология разработки программного обеспечения, созданная компанией Rational Software.

ЗИП: Запчасти, инструменты, приспособления.

ООО: Общество с ограниченной ответственностью.

ИС: Информационная система.

КРС: Капитальный ремонт скважин.

Операции: неделимое действие при проведении ГТМ.

Шаблоны ГТМ: Упорядоченная совокупность конкретных операций.

Норматив: Количественный показатель или нормативный документ, которому должна удовлетворять операция.

Журнал остановок: Ежемесячный список, содержащий предложения на остановки скважин-кандидатов, в том числе на

проведение геолого-технических мероприятий от всех заинтересованных подразделений промысла.

Оперативный журнал «Шахматка»: Специальное приложение для оперативного сбора данных службой главного геолога, в котором отражаются текущие параметры скважин.

Сценарные условия: Условия, зависящие от рынка и законодательства (налоги, стоимость проведения ГТМ, сырья, перевозки и реализации, цены реагентов).

Оперативный план-график: План на месяц, в котором действующие бригады капитального ремонта скважин совмещаются с выполняемыми ими работами.

ТР: Технологический режим.

Скважины резерва: Скважины, выбранные на предыдущем этапе планирования в качестве кандидатов, но на них по каким-либо причинам не были проведены ГТМ.

ПСМ: Переключатель скважин многоходовый, предназначен для направления потока нефти, идущего от скважины на замер в групповую замерную установку либо в коллектор.

НКТ: Насосно-компрессорные трубы.

НДС: Налог на добавленную стоимость.

НДПИ: Налог на добычу полезных ископаемых.

Скин-фактор: Показывает сопротивление течению флюидов в околоскваженной зоне пласта, приводящее к снижению дебита.

Коэффициент WC: Water Cutting – показатель обводнённости пласта.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Задачи автоматизации управления геолого-техническими мероприятиями на фонде нефтяных и газовых скважин	15
1.1. Задачи управления ГТМ	15
1.2. Анализ существующих методов и методик управления ГТМ.....	17
1.3. Детализация процессов управления ГТМ.....	32
2. Проектирование ИС	44
2.1. Проектирование архитектуры системы	44
2.2. Варианты использования ИС	49
2.3. Эскизы состояний интерфейса пользователя при решении задачи управления ГТМ.....	54
2.4. Проектирование структуры базы данных системы.....	60
3. Программная реализация ИС	62
3.1. Выбор среды разработки	62
3.2. Выбор языков программирования	66
3.3. Интерфейсы сервисов и протоколы обмена	67
3.4. Особенности реализации ИС.....	69
3.5. Описание бизнес-процессов в среде разработки ELMA.....	75
3.6. Тестирование ИС	85
4. Финансовый менеджмент и ресурсоэффективность	89
5. Социальная ответственность	127
Заключение	138
Список публикаций студента	139
Список литературы.....	141
Приложение А Разделы на иностранном языке	143
Приложение Б Требования к системе	163

ВВЕДЕНИЕ

Разработка месторождений и бурение новых скважин на эксплуатируемых месторождениях являются трудоемкими и дорогостоящими проектами, поэтому в качестве альтернативного подхода большинство нефтегазодобывающих предприятий используют методы интенсификации добычи нефти, газа и газового конденсата из существующих скважин. Среди них особый интерес представляют геолого-технические мероприятия (ГТМ), повышающие интенсивность добычи. Управление ГТМ требует значительных трудовых и временных затрат квалифицированных специалистов предприятия, которые на сегодняшний день практически вручную анализируют большие объемы разнородной геологической и промысловой информации, что способствует увеличению вероятности возникновения ошибок вследствие человеческого фактора. Всё это указывает на актуальность разработки методов, алгоритмов и реализующих их информационных систем для высокоавтоматизированного управления ГТМ в условиях больших объёмов постоянно обновляющихся промысловых и геологических данных.

Цель работы – создать информационную систему (ИС), имеющую средства автоматизации для решения основного комплекса задач управления ГТМ, начиная от сбора исходных данных, отбора скважин-кандидатов для ГТМ, выбора таких мероприятий для этих скважин и заканчивая планированием работы бригад КРС для реализации ГТМ.

Создаваемая ИС должна позволить: эффективно управлять фондом как нефтяных, так и газовых скважин. Она также должна позволить увеличить точность выбора скважин-кандидатов и ГТМ для них за счёт использования геологом различных реализованных в системе методов отбора скважин-кандидатов; ИС должна иметь гибкую архитектуру,

позволяющую встраивать программы, реализующие новые методы и алгоритмы выбора скважин-кандидатов для ГТМ.

В разделе 1 сформулированы задачи автоматизации управления ГТМ на фонде нефтяных и газовых скважин, проанализированы существующие методы и алгоритмы управления ГТМ и реализующие их известные информационные системы. Показана перспективность использования плотностных и иерархических методов кластерного анализа промысловых данных. Выработаны требования к ИС.

Раздел 2 содержит описание этапа проектирования ИС. Приведены варианты использования создаваемой ИС, разработаны проекты эскизов интерфейсов пользователя, предложена сервис-ориентированная архитектура ИС, разработана концептуальная модель базы данных ИС.

Раздел 3 посвящён программной реализации ИС. Обоснован выбор среды разработки и языков программирования, обменного формата файлов и интерфейсных решений для веб-сервисов. Разработаны BPMN-диаграммы основных бизнес-процессов. Создана архитектура программного обеспечения ИС, описаны её детали.

В разделе 4 дана оценка потенциальных потребителей результатов разработки, проведены SWOT-анализ и FAST-анализ, анализ конкурентных решений. Показан план этапов работы, определена трудоёмкость и построен календарный график, сформирован бюджет затрат.

Раздел 5 содержит анализ действующих стандартов безопасности труда при создании программного обеспечения ИС.

Результаты работы докладывались на пяти международных и всероссийских конференциях и опубликованы в пяти научных работах.

Автор выражает благодарность д.т.н., профессору Маркову Н.Г. за помощь при написании работы, а также аспиранту кафедры ВТ Васильевой Е.Е. за консультации при анализе реальных данных.

1. ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИМИ МЕРОПРИЯТИЯМИ НА ФОНДЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

В настоящее время в России и за рубежом в нефтегазовой отрасли для управления ГТМ во многих добывающих предприятиях используются узкоспециализированные информационные системы, обеспечивающие низкий уровень автоматизации при управлении ГТМ (реализуют «полуручной» режим работы специалиста). Чаще всего такие системы доставляют специалисту и преобразуют к нужному виду данные из других информационных систем предприятия, например, из системы мониторинга фонда скважин месторождения, из планов работ по исследованию скважин и т.д., позволяют визуализировать преобразованные для анализа данные при принятии решений специалистом.

1.1. Задачи управления ГТМ

При управлении ГТМ информационная система должна решать ряд укрупнённых задач (рис. 1.1). Среди комплексов задач, которые должна решать информационная система для управления ГТМ, можно выделить: сбор данных, выявление скважин-кандидатов и ГТМ для них, оценка эффективности полученных результатов, планирование работы бригад КРС. Нумерация блоков дана в нотации IDEF0.

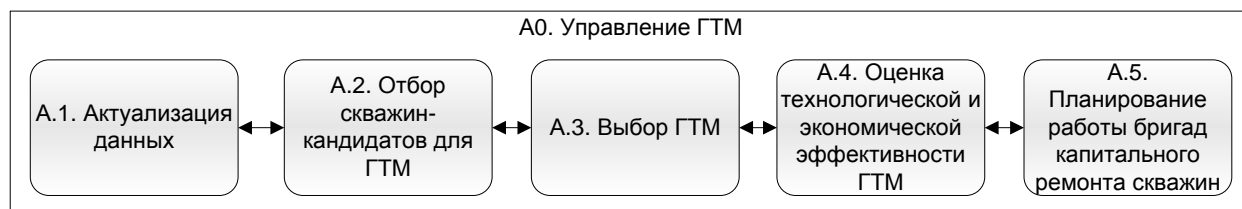


Рисунок 1.1 – Декомпозиция задачи «Управление ГТМ» на подпроцессы

1. *Актуализация данных.* ИС должна выступать надстройкой по отношению к уже существующим на предприятии ИС,

обеспечивать интеграцию с ними по данным. В качестве источников данных, заносимых в базу данных (БД) ИС, могут выступать уже существующие на предприятии различные БД таких систем, содержащие значения геологических и промысловых параметров скважин и продуктивных пластов, предложения от подразделений промысла на проведение ГТМ, ежегодные и ежемесячные планы геофизических, гидродинамических и промыслово-геофизических исследований скважин, ведущих к их остановкам.

2. *Отбор скважин-кандидатов для ГТМ.* Основными методами для отбора являются автоматические и автоматизированные методы анализа трендов технологических параметров, методы статистического анализа истории оперативных остановок скважин, а также специализированные методы (расчёт геологического потенциала для нефтяных скважин, методика планирования остановок ОАО «Газпром» для газовых скважин и т.д.). Необходимо реализовать в ИС и алгоритмы учета планов остановки скважин для исследований и учета скважин, выбранных ранее, но по каким-либо причинам попавших в резерв и т.д.
3. *Выбор ГТМ.* В зависимости от типа скважин (нефтяные или газовые) к ним применяются различные автоматические и автоматизированные методы для подбора ГТМ. ИС должна включать указанные методы и позволять геологу выбирать наиболее эффективные методы в конкретных ситуациях, то есть ИС должна осуществлять поддержку принятия решений геологом при выборе ГТМ для каждой скважины-кандидата.
4. *Оценка технологической и экономической эффективности ГТМ.* Здесь происходит оценка, эффективно ли будет полученное решение по выбору ГТМ с экономической и технологической точек зрения. При этом учитывается бюджет предприятия на год, за

пределы которого выйти нельзя, поэтому процесс управления ГТМ может быть итеративным.

5. *Планирование работы бригад капитального ремонта скважин.* ИС должна строить оптимизированный план-график работы бригад с целью минимизации суммарного времени простоя скважин-кандидатов.

1.2. Анализ существующих методов и методик управления ГТМ

В некоторых отечественных ИС управления ГТМ наряду с «ручным» реализован режим автоматизированного анализа исходных данных («полуручной» режим), когда используются несложные методы автоматизированного отбора скважин-кандидатов для проведения ГТМ. Среди таких методов наиболее часто применяют метод геологического потенциала, позволяющий специалисту рассчитать прогнозный дебит каждой скважины и, в соответствии с результатами расчётов, принять решение, какие из них являются кандидатами на проведение ГТМ. К сожалению, метод геологического потенциала применим только для нефтяных скважин. В связи с тем, что значение показателя геологического потенциала скважины является расчётным, то данный метод не может быть применён к нефтяным скважинам с отсутствующими значениями некоторых геологических параметров.

В некоторых информационных системах реализованы методы и алгоритмы, основанные на проверке попадания анализируемых значений геологических и промысловых параметров скважин и продуктивных пластов в заданные интервалы значений параметров. В рамках такого рода подхода граничные условия для каждого параметра задаются на основе опыта специалиста геологической службы, и если рассматриваемые значения параметров скважины и (или) пласта выходят за установленные граничные значения, то скважина становится кандидатом на отнесение её к списку скважин для ГТМ. Очевидными недостатками этих методов

являются сложность определения граничных значений параметров для каждой скважины и следующая из этого зависимость качества полученных результатов по выбору скважин-кандидатов только из опыта специалиста.

Особняком стоят методы и алгоритмы для управления фондом газовых скважин. Одним из них является метод на основе отраслевого стандарта ОАО «Газпром», который позволяет автоматизировать отдельные процедуры расчёта для ряда комплексных критериев выбора газовых скважин-кандидатов для ГТМ путём несложного анализа геолого-промыслового состояния скважин.

На мировом рынке систем мониторинга и управления разработкой месторождений большую известность приобрели корпоративные многофункциональные информационные системы, разрабатываемые на основе программных продуктов известных зарубежных компаний Schlumberger [12], Halliburton [13] и других. Такие корпоративные системы нефтегазодобывающих предприятий включают и подсистему управления ГТМ на фонде скважин. Каждая из корпоративных систем предоставляет для анализа данных единую среду по работе с разнородными исходными данными из различных подсистем корпоративной системы: данные о текущем состоянии фонда скважин, рассчитанные результаты прогноза отдельных геологических и промысловых параметров, результаты гидродинамического моделирования продуктивных пластов и т.п. Использование этих данных, а также ряда сервисных функций (графическое представление данных, трёхмерная визуализация результатов гидродинамического моделирования и т.д.) позволяют специалисту вести в автоматизированном режиме комплексный анализ данных при выборе скважин-кандидатов для ГТМ. К сожалению, в этих системах реализованы в качестве основных методы, не всегда дающие хорошие результаты при отборе скважин-кандидатов для ГТМ. Более того, такие корпоративные системы отличаются высокой исходной ценой и стоимостью этапа

внедрения. Следовательно, не все отечественные нефтегазодобывающие предприятия могут их приобрести.

В качестве альтернативы простейшим используемым сегодня на предприятиях методам выбора скважин-кандидатов для ГТМ начали применять методы статистического анализа данных, показывающие первые обнадеживающие результаты в нефтегазовой отрасли. Наиболее ярким примером таких методов являются методы кластерного анализа.

В качестве основы для анализа функциональности ИС для управления ГТМ взяты следующие отечественные системы:

- Информационная система для планирования и оценки эффективности ГТМ на фонде скважин ОАО «Газпром» [1];
- Автоматизированное рабочее место промыслового геолога в составе корпоративной геоинформационной системы управления производством ОАО «Томскгазпром».

В перечисленных системах были выделены следующие методы и методики [5]:

- Автоматизированный сбор предложений в журнал остановок скважин с учётом плановых работ различных служб промысла на фонде скважин; и с учётом скважин-кандидатов для ГТМ от службы главного геолога, получаемых геологами на основе опыта специалистов.
- Автоматические методы: прогноза технологических параметров скважин; статистического анализа имеющихся остановок скважин; расчёта геологического потенциала; методика перспективного планирования остановок ОАО «Газпром» для газовых скважин.
- С учётом ежегодных и ежемесячных планов гидродинамических, геофизических и промыслово-геофизических исследований скважины (ГДИС, ГИС и ПГИ).
- Использование скважин-кандидатов, отправленных в предыдущем месяце в резерв ввиду невозможности совместить ГТМ на них с действующими бригадами КРС.

Каждый из указанных выше методов рассматривается подробнее далее.

1.1.1. Алгоритм ежемесячного сбора предложений в журнал остановок

Выбор скважин-кандидатов и ГТМ для них может быть основан на предложениях от различных подразделений. Это может быть служба главного энергетика, служба главного механика, цеха добычи, производственно-технологическое управление, службы автоматизации, метрологии и связи и служба главного геолога. Для этой цели предусматривается ежемесячное накопление предложений в специальном журнале остановок скважин, где они могут быть отредактированы, утверждены и впоследствии выбраны на проведение ГТМ. Информация в предложении должна включать в себя: дату создания предложения, тип ГТМ, месторождение, куст скважин, номер скважины, даты проведения работ (в том числе ГТМ), описание работ.

Оперативный сбор предложений от промысловых геологов происходит в приложении «Шахматка», а затем переносится в журнал остановок скважин. В данном приложении показывается реальное состояние скважин. Такая информация содержит: вид и тип ГТМ, шаблон ГТМ, необходимость остановки конкретных скважин, плановую длительность остановки с указанием дат, подавшего предложение пользователя. Специалист проводит выбор скважин-кандидатов для ГТМ на основе своего опыта, то есть даже не автоматизировано, и тем более не автоматически.

Занесённые в общий журнал разными подразделениями списки скважин затем проходят согласование.

1.1.2. Статистический анализ имеющихся остановок скважин

Основой для планирования ГТМ на основе статистического анализа истории остановок [4] служит оперативный план-график остановок за последний год. Если скважина не имеет ещё истории, то планирование осуществляется по эталонной скважине, которая имеет аналогичные или близкие характеристики, как и рассматриваемая, в качестве эталона подбирается скважина из того же месторождения. Такая скважина обязательно должна иметь оперативные остановки за последний год. Суть метода:

- по текущей скважине (или эталонной) необходимо рассчитать период проведения определённого типа ГТМ, исходя из списка оперативных остановок за год;
- к дате последнего проведенного ГТМ на скважине прибавляется данный период;
- скважина добавляется в список, если полученная дата попадает в месяц планирования ГТМ.

1.1.3. Метод прогноза технологических параметров скважин

Другим методом добавления скважины в список на проведение ГТМ является анализ трендов параметров, таких как дебит по скважине или пластовое давление, и выявление в них критических тенденций. На дни месяца, когда происходит формирование списка ГТМ, прогнозируются значения параметров, и если они выйдут за допустимые границы к определённому времени, то скважина попадает в список. Список возможных проблем для нефтяных скважин [14]:

1. Низкое пластовое давление

- a. Среднее пластовое давление ниже целевого: $\overline{P}_{пл} \geq 0.9P_{пл}^{цел}$
- b. Низкая обводнённость продукции: $\overline{O} < 90\%$

- с. Снижение потенциального прироста при достижении целевого пластового давления: $|\overline{\Delta q_{\text{н}}^{\text{расч}}}| > 2.5, \sum \Delta q_{\text{н}}^{\text{расч}} > 5$
 - д. Снижение потенциального прироста при максимальном за историю наблюдении уровня дебита: $|\overline{\Delta q_{\text{н}}^{\text{расч}}}| > 5, \sum \Delta q_{\text{н}}^{\text{расч}} > 10$ (тонны/сутки)
- 2. Отрицательная динамика пластового давления
 - а. Низкий уровень компенсации: $C < C_{\text{цел}}$
 - б. Высокий темп падения базовой добычи нефти от снижения жидкости за год: $L_{\text{год}} > 2\%$
 - с. Низкое значение вектора изменения добычи жидкости: $V < -0.03$
- 3. Падение пластового давления в зонах ГТМ на добывающем фонде скважин
 - а. Высокий уровень фактических потерь по ГТМ в текущем году: $|\overline{\Delta q_{\text{н}}^{\text{расч}}}| > 5, \sum \Delta q_{\text{н}}^{\text{расч}} > 10$
 - б. Текущий уровень компенсации с учётом выполненных ГТМ меньше запланированного: $C < C_{\text{цел}}$
- 4. Низкий коэффициент охвата
 - а. Значение текущей обводнённости все допустимых пределов: $\overline{O} > 50\%, \overline{O} < 95\%$
 - б. Отклонение от целевого значения коэффициента охвата: $K_{\text{охв}}^{\text{прог}} < 0.8$
 - с. Прогнозное приращение запасов: $S_{\text{зап}}^{\text{пот}} > 20$ (тыс тонн)
 - д. Высокий уровень отклонения текущей обводнённости от целевой: $C > 1.15C_{\text{цел}}, C < 0.85C_{\text{цел}}$
- 5. Низкий темп отбора остаточных запасов
 - а. Низкое значение текущего темпа отбора: $\frac{\sum q_{\text{н}}^{\text{нак за 1 год}}}{tQ_{\text{изв}}} < 0.04$ (тонны/сутки)

- b. Высокая плотность запасов: $p_3 > 50$
- c. Высокий уровень остаточных запасов, приходящихся на 1 добывающую скважину: $S_{\text{ост}} > 25$ (тыс. тонн)

6. Перекачка

- a. Высокое значение среднего пластового давления: $\overline{P}_{\text{пл}} \geq 0.9P_{\text{пл}}^{\text{цел}}$ (атмосферы)
- b. Высокое значение текущей компенсации: $C > 120\%, C > 1.1C_{\text{цел}}$
- c. Высокое значение накопленной компенсации: $C_{\text{нак}} > 120\%$
- d. Отсутствие падения и роста базовой добычи по жидкости: $L_{\text{год}} > -1\%, L_{\text{год}} < 1\%$
- e. Значение вектора изменения базовой добычи нефти от изменения добычи жидкости находится в недопустимых пределах: $V > -0.05, V < 0.05$
- f. Отсутствие проведённых ГТМ на добывающем фонде скважин:

7. Неэффективная закачка

- a. Высокое значение текущей компенсации: $C > 120\%, C > 1.1C_{\text{цел}}$
- b. Высокий темп падения базовой добычи нефти и снижения жидкости: $L_{\text{год}} > 2\%$
- c. Высокий уровень снижения пластового давления за 6 месяцев: $P_1 < P_2 - 10$ (атмосфер)

1.1.4. Расчёт геологического потенциала

Расчёт геологического потенциала скважины основывается на динамических атрибутах скважины и пласта, а также сценарных условиях задаваемых производящим расчёт специалистом вручную. В список

скважин-кандидатов на ГТМ попадают те скважины, у которых рассчитанный дебит нефти меньше, чем в последнем утверждённом технологическом режиме.

В отличие от методики Газпром (описана ниже), которая даёт рекомендации, как действовать при работе с газовыми скважинами, расчёт геологического потенциала относится исключительно к нефтяным скважинам.

В основные показатели геологического потенциала входят: коэффициент k_h , PI (Индекс доходности), расчёт дебита по жидкости, расчёт дебита по нефти. В зависимости от того, проведён ли гидравлический разрыв пласта (ГРП), формулы расчёта изменяются.

В качестве входных параметров поступают паспортные данные скважины (радиус скважины, радиус контура питания, вязкость) и пласта (мощность, проницаемость, плотность нефти), данные технологического режима (давление пластовое, дебит нефти фактический).

1.1.5. Методика перспективного планирования работ на фонде скважин ОАО «Газпром»

В работе [1] изложена методика «Перспективного планирования работ на фонде скважин ОАО «Газпром»». Методика успешно применяется, следовательно, может использоваться в качестве одного из методов в ИС. Методика оформлена в виде документа (стандарта), который призван впервые обобщить опыт планирования ГТМ и унифицировать критерии и способы обработки геолого-промысловой информации для последующего проведения ГТМ. В основе стандарта лежат две точки зрения при выборе скважины-кандидата и её ГТМ – это геолого-промысловый и технико-экономический подходы.

Несмотря на свою цель разработки унифицированных критериев, одним из принципов стандарта является индивидуальный подход к каждому объекту разработки с учётом всех его особенностей, а именно:

количество скважин, стадия разработки, геологические особенности. Здесь нет противоречия, используется одна и та же методика, но с учётом данных объекта.

Планирование ГТМ имеет цель обеспечить заданный коэффициент извлечения продукта и требуемый уровень безопасности. При планировании должны быть учтены все объекты из фонда скважин с учётом сроков эксплуатации скважин.

В составленный план ГТМ могут включаться скважины на основе рекомендаций проектных организаций, применяющих инновационные подходы.

Выбор скважин для проведения ГТМ осуществляется по динамике возникновения характеров неисправности скважин на основе истории возникновения характеров неисправности определенного вида по годам с учетом коэффициента успешности ранее проведенных геолого-технических мероприятий. Анализ динамики возникновения характеров неисправности производится по каждому объекту разработки обособленно от других объектов разработки. Однако в случае с объектами-аналогами возможно совместное рассмотрение.

Необходимо учитывать сезонные коэффициенты, минимально возможные значения устьевых давлений, температур, скоростей потока. В качестве скважины-кандидата может быть выбрана та, у которой планируемое значение выйдет за пределы. Для прогноза параметров предлагается использовать одну из следующих математических моделей: линейная функция, экспоненциальная и показательная функции, полином второй степени. Выбор осуществляет по наименьшему среднеквадратичному отклонению и наиболее корректно описывающему динамику изменения показателя.

Указывается, что возможно применение и других моделей, являющихся более точными. Это означает, что здесь можно применить

методы Data Mining, чтобы выяснить, какая модель будет подходить к параметрам в каждом конкретном случае.

Все критерии выбора перечислены в стандарте, например, количественный показатель извлекаемости остаточных запасов, показатель продуктивности скважины, показатель обводнённости, показатель отклонения депрессии от технологического режима, показатель наличия осложнений в забое скважины и многие другие. Итоговый показатель вычисляется как среднее арифметическое всех используемых критериев.

Все проведённые ГТМ должны быть эффективны с экономической точки зрения. Если продукт поставляется в магистральный газопровод, при определённой прибыли от реализации 1000 м³, рекомендуется использовать показатель удельной чистой прибыли, иначе нужно пользоваться данными ежегодных отчётов в части выручки и расходов. Он рассчитывается как отношение выручки к себестоимости с учётом расходов.

В качестве экономических критериев рассматриваются: приростной денежный поток от проведения ГТМ, чистый дисконтированный доход (NPV), внутренняя норма рентабельности (IRR), индекс доходности (PI), срок окупаемости (PP), дисконтированный срок окупаемости (DPP). Таким образом, под категорию скважины-кандидата может попасть не обязательно та, которая больше всего нуждается в ГТМ, а та, которая в итоге принесёт больше прибыли. В стандарте приведены формулы расчёта показателей.

В итоге, все критерии объединяются в одну единую систему критериев с весами. Все проводимые мероприятия, необходимые для принятия решения, представлены в виде алгоритма:

1. Независимо от текущего состояния скважины, в перечень для перспективного планирования попадают все скважины на фонде. Это связано с тем, что бездействующие скважины имеют возможность выхода на режим.

2. Для каждого объекта разработки определяется тип. На данном шаге определяется тип коллектора, масштаб геологических запасов газа, характеристики пласта-коллектора, режим разработки, тип залежи и код объекта разработки.

3. Информация предыдущего шага используется для определения приоритетных критериев для включения в перспективный план ГТМ по геолого-техническому состоянию. В таблице характер неисправности сопоставляется с рекомендациями по использованию методов и критериев.

4. В соответствии с полученными методами производятся расчёты и подбор скважин для выбора ГТМ и количественной оценки показателей

5. Каждой неисправности ставятся в соответствие ГТМ и рассчитывается стоимость

6. Прогнозируется эффект от ГТМ, продолжительность работ. Возможно рассмотрение альтернативных ГТМ с последующей оценкой.

7. По произведённым расчётам строится специальная таблица рисков, где происходит учёт сложности геологических условий и надёжности используемого метода планирования.

8. Происходит ранжирование скважин по геолого-техническому состоянию.

9. Для каждой скважины-кандидата рассчитывается ожидаемый количественный эффект.

10. Количественный эффект начинает служить главным приоритетом в дальнейшем планировании.

11. Производится расчёт эффективности ГТМ (с экономической точки зрения).

12. По произведённым расчётам эффективности строится таблица, которая включает в себя расчёт индексов NPV, PP, PI, IRR, интегрального показателя.

13. По данным таблицы происходит ранжирование скважин по инвестиционной привлекательности, используется интегральный показатель. Здесь индексам даны веса: NPV (0,4), PP (0,4), PI (0,1), IRR (0,1).

14. Возможно исключение нескольких показателей при расчёте интегрального показателя путём перерасчёта остальных в соответствии с весами.

15. В перспективную программу попадают все скважины, где вычисленный эффект получится положительным.

1.1.6. Планы ГИС, ГДИС и ПГИ

На итоговый список скважин-кандидатов могут повлиять планы проведения ГИС, ГДИС и ПГИ. Они могут корректироваться и утверждаться, и откуда могут заноситься в оперативный список скважины. Поэтому в системе предусмотрено ведение годового и месячного плана по данным работам, представленного в виде графика. В план геолог заносит информацию о планируемых остановках: дату последней работы, название скважины, пласт, куст, назначение, длительность и группы работ. Графики ГДИС и ПГИ строятся отдельно.

1.1.7. Кластерный анализ

Повышение уровня автоматизации процессов управления ГТМ может быть достигнуто благодаря использованию методов и алгоритмов кластерного анализа. Математическая постановка задачи кластерного анализа данных скважин и продуктивных пластов состоит в следующем. На множестве исследуемых скважин n , обладающих m признаками (геологические и промысловые параметры), провести их разбиение на k кластеров (групп) таким образом, чтобы наиболее похожие скважины принадлежали одному кластеру. В качестве меры сходства (расстояния) между исследуемыми объектами (скважинами) может быть использовано

евклидово расстояние, вычисляемое в m -мерном пространстве по значениям параметров скважин и продуктивных пластов [15]. Одной из k групп будет искомое подмножество скважин-кандидатов для проведения ГТМ.

Для решения задач управления ГТМ с использованием методов и алгоритмов кластерного анализа необходимо провести предварительный анализ, направленный на выбор наиболее подходящего метода (методов) кластеризации. Известно, что многие методы и алгоритмы кластерного анализа требуют предварительного задания числа групп (кластеров), на которое необходимо разбить исходное множество скважин, но в случае решения задачи отбора скважин-кандидатов для ГТМ сложно заранее определить конкретные группы (их число и признаки). Также требуется стабильная работа используемого метода (алгоритма) на одном и том же наборе исходных данных. Анализ показывает, что итеративные методы и алгоритмы (K-means, K-means++, K-methods) [15], стремящиеся минимизировать квадратичную ошибку между центрами кластеров и объектами, относящимся к этим кластерам, не удовлетворяют полученным требованиям. Этим требованиям не отвечают и статистические методы (алгоритм ЕМ и т.п), основанные на анализе статистических характеристик набора данных, поскольку они требуют предварительного задания числа кластеров и могут попадать в локальные минимумы в зависимости от начальной инициализации [15].

Использование иерархических методов (алгоритмов CURE, Single-link и др.) направлено на последовательное отнесение объектов из исходного множества к группам на основе меры сходства (расстояния) между рассматриваемыми объектами с образованием на выходе процедуры иерархии вложенных объектов, представимой в виде диаграмм [16]. При решении рассматриваемой задачи отбора скважин-кандидатов для ГТМ анализ построенной диаграммы позволит определить и число кластеров, и, в итоге, выявить кластер скважин-кандидатов для ГТМ.

Плотностные методы (реализованные, например, в виде алгоритмов DBSCAN, SUBCLU и т.п.) позволяют находить сгущения объектов в многомерном пространстве параметров и считать их кластерами [17]. Эти методы строят кластеры произвольной формы и устойчивы к шумам, но в случае, если искомые кластеры имеют разную плотность, они не будут корректно распознаны. Параметры скважин и продуктивных пластов не образуют кластеры скважин разных плотностей. Всё то позволяет считать, что в качестве наиболее подходящих для автоматизации процессов управления ГТМ следует взять иерархические и плотностные методы и алгоритмы кластерного анализа.

Был проведён анализ значений ряда промысловых параметров скважин на 10 кустах одного из нефтегазоконденсатных месторождений Томской области. Оценивалось качество работы (точность) следующих алгоритмов: K-means, DBSCAN, EM и Single-link. Под точностью алгоритма понимается отношение количества скважин, корректно отнесённых к группам (кластерам) скважин, выделенным на основе архива данных предприятия, к общему числу анализируемых скважин.

В качестве исходных данных для анализа использовались промысловые параметры из архива: дебиты различных составляющих УВС для каждой из скважин ($D_{ж}$ – дебит жидкости (нефть, вода, конденсат), $D_{г}$ – дебит газа, $D_{н}$ – дебит нефти) или их комбинации. Данные из архива по дебитам выбирались и усреднялись за месяц, предшествующий месяцу, в котором на некоторых скважинах кустов были проведены ГТМ на основе экспертного заключения специалистов геологической службы. Например, данные из архива: куст 1 состоит из 7 скважин, в том числе 4 скважины – с проведёнными за месяц ГТМ, 3 – без ГТМ. То есть специалисты предприятия при планировании работ на месяц делили скважины куста на 2 кластера: «скважины для проведения ГТМ» и «скважины без ГТМ». «Скважины без ГТМ» делятся на 2 кластера: «эффективные» (с высоким дебитом УВС) и «средние», которые тоже могут быть рассмотрены

специалистами при формировании списка скважин-кандидатов для ГТМ, но с меньшим приоритетом.

Результаты численных экспериментов для первого куста в качестве примера представлены в табл. 1.1, где полученные на выходе процедур анализа кластеры отображены в виду двух или трёх столбцов, а жирным шрифтом выделено число скважин для проведения ГТМ. Видно, что в результате разбиения исходного множества скважин куста на 3 кластера с помощью алгоритма DBSCAN по параметру «Дебит жидкости» были получены следующие кластеры. Первый (4 скважины для ГТМ и 1 скважина без ГТМ, этот кластер неразделимый, поскольку содержит скважины из разных групп), второй (1 «средняя скважина» без ГТМ) и третий (1 «эффективная» скважина без ГТМ) кластеры.

Таблица 1.1 - Результаты численных экспериментов

Алгоритмы	K-means					DBSCAN					EM					Single-link				
Кластеры	2		3			2		3			2		3			2		3		
$D_{ж}$	4	0	2	2	0	4	0	4	0	0	4	0	4	0	0	4	0	4	0	0
	2	1	0	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1
$D_{г}$	1	3	0	2	2	4	0	3	0	1	4	0	3	0	1	4	0	3	0	1
	2	1	2	0	1	1	2	1	2	0	1	2	1	2	0	1	2	1	2	0
$D_{н}$	3	1	1	2	1	4	0	3	1	0	0	4	3	0	1	4	0	3	1	0
	1	2	0	1	2	2	1	2	0	1	2	1	1	1	1	2	1	2	0	1
$D_{ж}+D_{г}$	2	2	2	2	0	4	0	4	0	0	4	0	4	0	0	4	0	4	0	0
	2	1	0	2	1	2	1	0	2	1	1	2	0	2	1	2	1	0	2	1

Таким образом:

- Разбиение скважин куста на 3 кластера с обязательным кластером скважин-кандидатов для ГТМ позволяет получить во многих случаях делимые кластеры (не содержащие кластеры из разных групп), что не имеет места для варианта разбиения множества скважин на 2 кластера.

- В силу малого числа скважин в кусте один из параметров плотностного алгоритма DBSCAN – количество точек (скважин), образующих кластер, - будут иметь малое значение. Известно, что при значении данного параметра меньше трёх точек DBSCAN работает аналогично иерархическому алгоритму Single-link [17].
- Алгоритм K-means стремится разбить исходное множество скважин для ГТМ на несколько кластеров, что ведёт к невысокой точности результатов кластеризации.
- Кластеризация данных по двум промысловым параметрам алгоритмами DBSCAN, EM и Single-link показала наилучший результат по точности. Такой набор параметров учитывает все дебиты УВС, что повышает точность кластеризации.

1.3. Детализация процессов управления ГТМ

Анализ систем-аналогов показал, что сейчас не существует подобных интегрированных решений в области промысловой геологии в нефтегазовой отрасли, которые бы охватывали весь спектр процессов для решения такой задачи, - что и обуславливает создание информационной системы.

Классы и характеристики пользователей, которые работают с Системой:

- Специалист-геолог, выполняющий работы по выполнению процессов, информационному наполнению системы и контролю корректности данных.
- Производственное подразделение – лицо или группа лиц, являющиеся источником данных, участвующие в согласовании и утверждении полученных результатов.

Далее приводится детализированное описание задач управления ГТМ, которые были укрупнённо рассмотрены ранее в разделе 1.1. Все диаграммы описаны в нотации EPC [2] в среде Microsoft Office Visio:

1. Актуализация данных (рис. 1.2, табл. 1.2).
2. Отбор скважин-кандидатов для ГТМ (рис. 1.3, табл. 1.3).
3. Выбор ГТМ (рис. 1.4, табл. 1.4).
4. Оценка экономической и технологической эффективности (рис. 1.5, табл. 1.5).
5. Планирование работы бригад КРС (рис. 1.6, табл. 1.6).

Таблица 1.2 - Описание процесса «Актуализация данных»

Код	Функция	Входные данные	Выходные данные
A.1.1.	Заполнение классификаторов	1. Единицы измерения 2. Типы скважин 3. Названия месторождений, кустов и скважин 4. Используемые методы 5. Список источников данных 6. Виды ГТМ 7. Списки бригад и подрядчиков 8. Списки показателей эффективности 9. Сценарные условия 10. Справочные значения 11. Стоимости оборудования	1. Данные классификаторов и справочников, занесённые в систему
A.1.2.	Получение записей журнала остановок	1. Предложения службы главного энергетика 2. Предложения службы главного механика 3. Предложения цеха добычи 4. Предложения производственно-технологического управления 5. Предложения службы автоматизации 6. Предложения службы метрологии 7. Предложения службы связи	1. Записи журнала остановок, занесённые в систему
A.1.3.	Получение предложений из «Шахматки»	1. Предложения службы главного геолога.	1. Предложения из «Шахматки», занесённые в систему
A.1.4.	Получение данных ГДИС, ГИС и ПГИ	1. Месячные планы ГДИС, ГИС и ПГИ. 2. Годовые планы	1. Планы ГДИС, ГИС и ПГИ, занесённые в систему

Код	Функция	Входные данные	Выходные данные
		ГДИС, ГИС и ПГИ	
A.1.5.	Получение паспортных данных скважин	1. Промысловые и геологические параметры скважин 2. Параметры допустимого оборудования для скважин 3. Параметры продуктивного пласта	1. Паспортные данные скважин, занесённые в систему
A.1.6.	Получение расписаний бригад КРС	1. Расписания бригад КРС	1. Расписания бригад КРС, занесённые в систему
A.1.7.	Получение истории остановок	1. Утверждённые оперативные планы-графики за последний год	1. История остановок
A.1.8.	Дополнение и корректировка данных	1. Данные классификаторов и справочников, занесённых в систему 2. Записи журнала остановок, занесённые в систему 3. Предложения из «Шахматки», занесённые в систему 4. Планы ГДИС, ГИС и ПГИ, занесённые в систему 5. Паспортные данные скважин, занесённые в систему 6. Расписания бригад КРС, занесённые в систему 7. История остановок 8. Скважины резерва	1. Дополненные и откорректированные данные (если такие имеются)

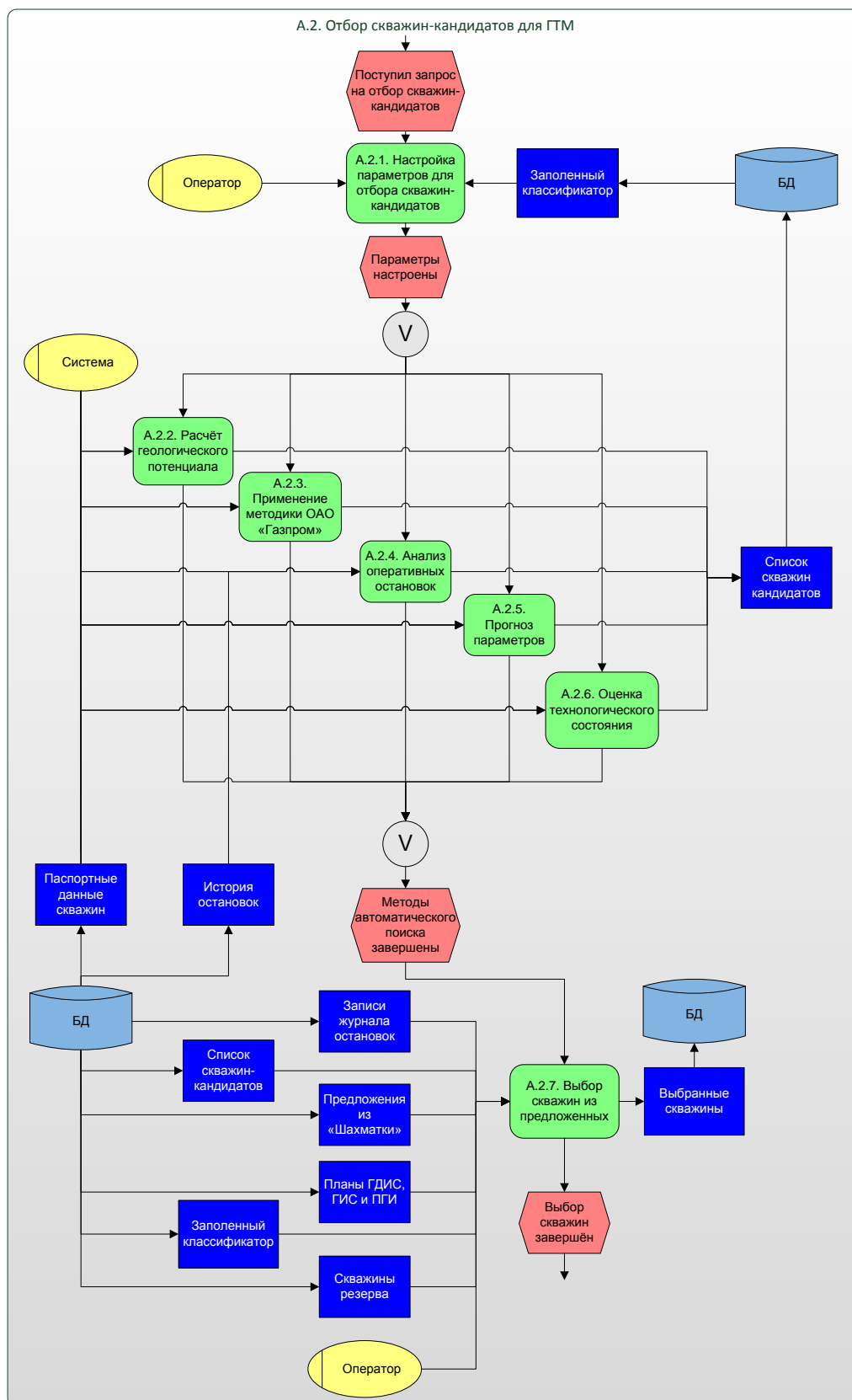


Рисунок 1.3 - Описание процесса «Отбор скважин-кандидатов для ГТМ»

Таблица 1.3 - Описание процесса «Отбор скважин-кандидатов для ГТМ»

Код	Функция	Входные данные	Выходные данные
A.2.1.	Настройка параметров для отбора скважин-кандидатов	1. Желаемое название месторождения 2. Желаемый тип скважин 3. Желаемые методы 4. Данные классификаторов и справочников, занесённых в систему	1. Выбранное месторождение 2. Выбранный тип скважин 3. Выбранные методы
A.2.2.	Расчёт геологического потенциала	1. Паспортные данные скважин	1. Список скважин-кандидатов
A.2.3.	Применение методики ОАО «Газпром»	1. Паспортные данные скважин	1. Список скважин-кандидатов
A.2.4.	Анализ оперативных остановок	1. Паспортные данные скважин 2. История остановок	1. Список скважин-кандидатов
A.2.5.	Прогноз параметров	1. Паспортные данные скважин	1. Список скважин-кандидатов
A.2.6.	Оценка технологического состояния	1. Паспортные данные скважин	1. Список скважин-кандидатов
A.2.7.	Выбор скважин из предложенных	1. Записи журнала остановок 2. Список скважин-кандидатов 3. Предложения из «Шахматки» 4. Планы ГДИС, ГИС и ПГИ 5. Заполненный классификатор 6. Скважины резерва	1. Выбранные скважины

Код	Функция	Входные данные	Выходные данные
A.3.2.	Согласование списка скважин и ГТМ	1. Скважины с выбранными ГТМ	1. Согласованный список скважин и ГТМ

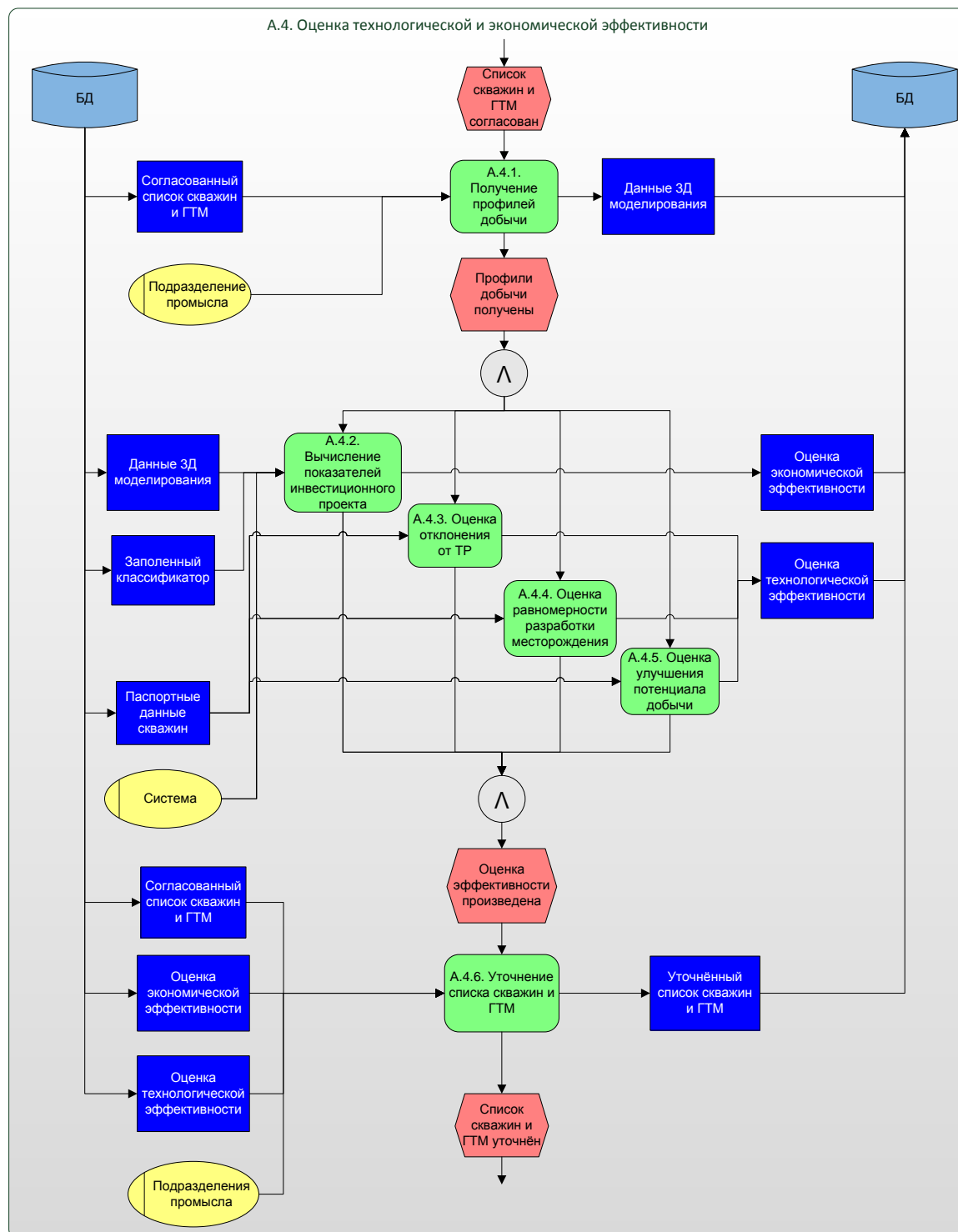


Рисунок 1.5 - Описание процесса «Оценка технологической и экономической эффективности»

Таблица 1.5 - Описание процесса «Оценка технологической и экономической эффективности»

Код	Функция	Входные данные	Выходные данные
A.4.1.	Получение профилей добычи	1. Согласованный список скважин и ГТМ	1. Данные моделирования 3Д
A.4.2.	Вычисление показателей инвестиционного проекта	1. Данные моделирования 3Д 2. Заполненный классификатор	1. Оценка экономической эффективности
A.4.3.	Оценка отклонения от ТР	1. Паспортные данные скважин	1. Оценка технологической эффективности
A.4.4.	Оценка равномерности разработки месторождения	1. Паспортные данные скважин	1. Оценка технологической эффективности
A.4.5.	Оценка улучшения потенциала добычи	1. Паспортные данные скважин	1. Оценка технологической эффективности
A.4.6.	Уточнение списка скважин и ГТМ	1. Оценка экономической эффективности 2. Оценка технологической эффективности 3. Согласованный список скважин и ГТМ	1. Уточнённый список скважин и ГТМ

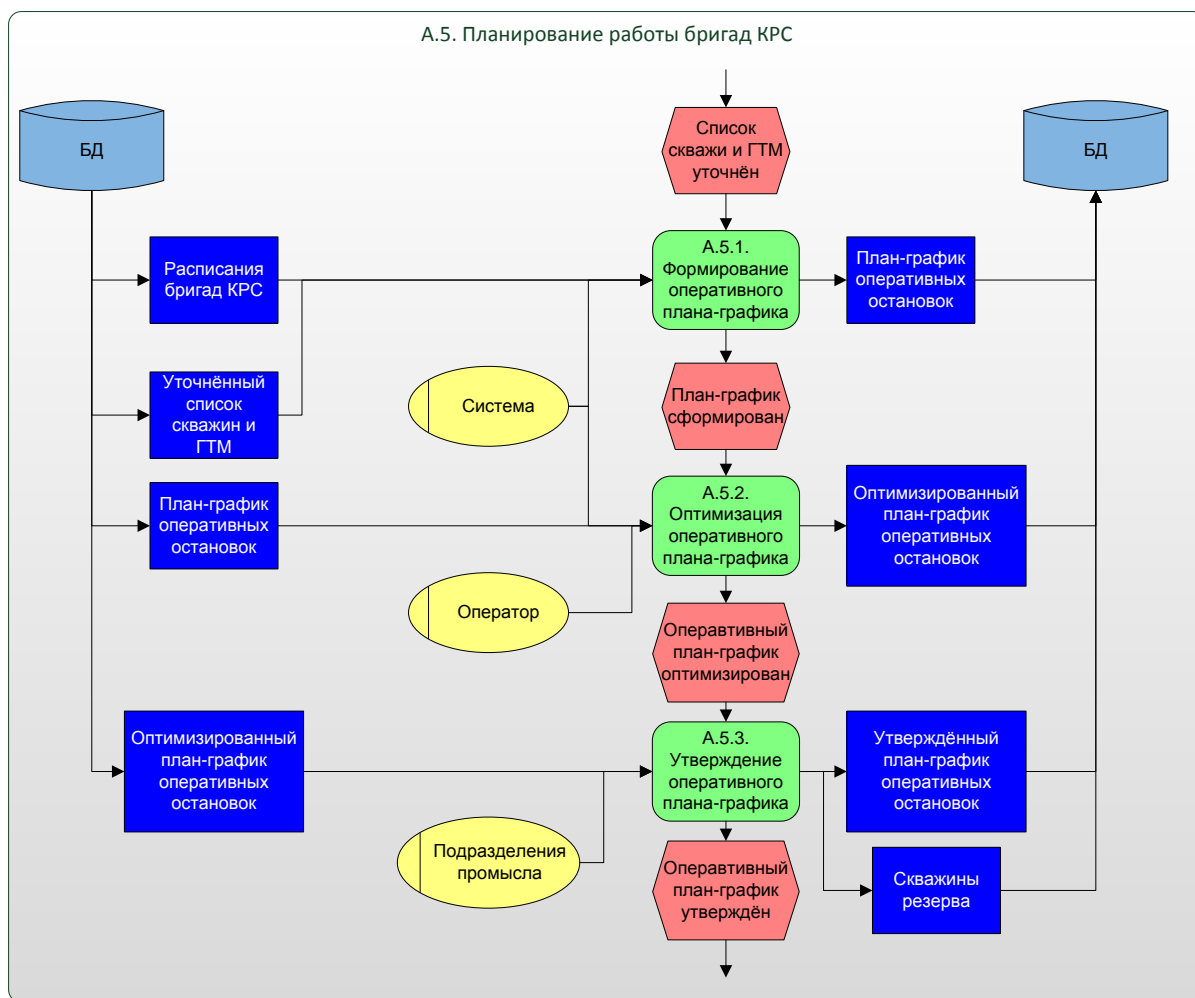


Рисунок 1.6 - Описание процесса «Планирование работы бригад КРС»

Таблица 1.6 - Описание процесса «Планирование работы бригад КРС»

Код	Функция	Входные данные	Выходные данные
А.5.1.	Формирование оперативного графика плана-	1. Расписания бригад КРС 2. Уточнённый список скважин и ГТМ	1. План-график оперативных остановок
А.5.2.	Оптимизация оперативного графика плана-	1. План-график оперативных остановок	1. Оптимизированный план-график оперативных остановок
А.5.3.	Утверждение оперативного графика плана-	1. Оптимизированный план-график оперативных остановок	1. Уточнённый план-график оперативных остановок 2. Скважины резерва

Таким образом, разрабатываемая ИС должна быть не только многофункциональной, но и должна интегрироваться с уже

существующими ИС предприятия по производственным данным, а также уметь гибко реагировать на все изменения технологического и рыночного характера (появление новых методов отбора скважин-кандидатов и выбора ГТМ). Могут появляться на предприятии новые ИС, и необходимо с минимальными усилиями уметь проводить интеграцию ИС с ними

Детальный список требований к ИС представлен в «Приложении Б».

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИС

На этапе проектирования требования, изложенные в техническом задании и разделе 1.3 текущей работы, преобразуются в конкретные требования к внутреннему устройству и функционированию будущей системы.

Были проработаны варианты использования (ВИ) и созданы эскизы интерфейсов пользователя и выбрана архитектура будущей системы. Проработка внутренней структуры программного обеспечения в таком виде являются неотъемлемой частью этапа проектирования по методологии RUP.

2.1. Проектирование архитектуры системы

Обычно нефтегазодобывающее предприятие имеет разнородные ИС и программные средства для решения специализированных задач. Это могут быть монолитные и клиент-серверные приложения, могут использоваться разные языки программирования и СУБД. Чрезвычайно большой объём данных рассредоточен по всем системам, что усложняет процесс их интеграции и поддержания данных в целостном состоянии.

Проблема интеграции создаваемой ИС с другими ИС предприятия может решаться следующими способами [6]:

1) «Точка к точке», то есть частное решение проблемы интеграции между конкретными системами. Однако у такого решения отсутствует гибкость и масштабируемость. Так что простота решения в условиях постоянных изменений методов, реализованных в ИС, станет экономически невыгодной.

2) Использование концентратора. Взаимодействие систем осуществляется через центральный элемент – концентратор. Это позволяет сократить число интерфейсов, однако при росте числа систем на

предприятию логика обслуживания концентратора становится слишком сложной.

3) Сервис-ориентированное решение. Согласно ее принципам все системы предприятия организованы в виде веб-сервисов, которые взаимодействуют через сервисную шину предприятия по стандартизированным безопасным протоколам.

Основным требованием к системе является гибкость во многих аспектах: по отношению к требованиям, к форматам данных, платформе, а также к составу методов и взаимосвязанных сторонних ИС (КГСУ, системы 3Д моделирования). Система должна состоять из модулей, специализированных на определённой группе задач и слабо связанных между собой: эти модули ИС могут заменяться, модифицироваться и дополняться с большой частотой.

В такой ситуации подход разработки системы в виде единой корпоративной системы (монолита) не подходит. Гибкость, кроссплатформенность, минимальная зависимость от формата данных, слабые связи – это всё принципы, относящиеся к подходу сервис-ориентированной архитектуры (SOA).

Рассмотрим особенности архитектуры ИС управления ГТМ, построенной на основе концепции SOA. Из [7] следует, что SOA – модульный подход к разработке программных и информационных систем, основанный на использовании распределённых, слабо связанных и заменяемых программных компонентов (сервисов), оснащённых стандартизованными интерфейсами для взаимодействия по стандартизированным протоколам. Под сервисом понимается независимый программный компонент (модуль) с возможностью самоописания, выполняющий определённую бизнес-задачу (бизнес-процесс, подпроцесс, функцию) и предоставляющий некоторые функциональные возможности запрашивающей стороне (сторонней ИС или другим сервисам). Чаще всего создаются веб-сервисы. Слабая связность сервисов обеспечивает простую

и быструю адаптацию ИС к изменению БП предприятия. Сервисы могут работать как сами по себе, так и комбинироваться с другими сервисами для создания составных (компонентных) приложений. Взаимодействуя по сети в определённой последовательности, сервисы позволяют реализовать тот или иной БП. Для использования сервиса необходимо следовать соглашению об интерфейсе. Интерфейсы являются средством для предоставления возможностей сервиса внешнему миру и организации взаимодействия сервисов. В интерфейсе сервиса определены параметры обращения к нему и описан результат.

Другой ключевой составляющей SOA является реестр сервисов. Он представляет из себя каталог и содержит описания сервисов (физическое месторасположение сервисов, версии и их срок действия, а также документацию по сервисам). Именно благодаря ему в SOA реализуется слабое связывание сервисов.

Третья составляющая SOA – это сервисная шина предприятия (Enterprise Service Bus - ESB) [8]. Она представляет из себя связующее программное обеспечение для всех создаваемых сервисов, обеспечивающее централизованный и унифицированный событийно-ориентированный обмен сообщениями между сервисами предприятия. ESB ответственна за выполнение ряда задач классической интеграции:

- маршрутизация сообщений;
- преобразование форматов и протоколов сообщений;
- поддержка транзакций;
- обеспечение безопасности, аудит, протоколирование событий.

Наконец, ещё одна составляющая SOA – менеджер БП (англ. Business Process Management - BPM). Это программное обеспечение (BPM-система), предоставляющее возможности для запуска, координирования, управления, администрирования и отладки БП. При этом БП рассматриваются как некоторая последовательность логически связанных действий, которые преобразуют входные данные в результат или

выходные данные. Иными словами, именно БП определяют последовательность запуска сервисов с целью решения определённой бизнес-задачи. Управление последовательностью запусков называют оркестровкой.

Подводя итоги краткого анализа составляющих SOA и их основных возможностей, можно считать, что SOA представляет собой перспективную модель взаимодействия компонентов создаваемой ИС. Эта модель позволяет связывать компоненты между собой с помощью чётко определяемых интерфейсов. Интерфейсы не зависят от используемых на предприятии аппаратных платформ, операционных систем и языков программирования, применяемых для разработки компонентов системы. Это позволяет компонентам взаимодействовать между собой одним и тем же стандартным, но в то же время универсальным способом. Такая особенность использования интерфейсов, независимых от окружения и платформы, получила название «слабой связи». Эта модель позволяет обеспечить повышенную гибкость и адаптируемость ИС в изменяющихся условиях нефтегазодобывающего предприятия, поскольку замена или модернизация одного из компонентов системы не скажется на остальных.

Кратко остановимся на выборе инструментальных средств и технологий для создания ИС на основе модели SOA. Для описания функций сервисов и сообщений между ними выделяют две наиболее часто используемые технологии [8]:

- язык описания веб-сервисов и доступа к ним WSDL (Web Services Description Language); при этом в технологии создания таких сервисов описание сервисов разделяется на описание интерфейса и оболочку, причём интерфейс описывает, что должен содержать запрос, а оболочка определяет протоколы транспорта и данных;
- протокол обмена структурированными сообщениями SOAP (Simple Object Access Protocol), используется для описания формата принимаемых и отправляемых сообщений.

В качестве ESB можно использовать одну из сервисных шин известных производителей программного обеспечения Oracle, IBM, Microsoft и т.д. Наиболее полным функционалом обладают шины Oracle ESB, Open ESB и IBM Web Sphere ESB. Часто ESB поставляются с большим числом преднастроенных адаптеров.

В BPM-системе координация БП описывается с помощью языка BPEL (Business Process Execution Language). Описание БП BPEL компилируется в исполняемый код BPM-системы, что позволяет «собрать» описанный БП из доступных сервисов [9]. В последние годы появился более расширенный язык моделирования БП – язык BPMN (Business Process Model and Notation) [7]. Спецификация его позволяет отображать БП в виде диаграмм, имеется возможность конвертации диаграмм в BPEL.

На рис. 2.1 приведена архитектура созданной ИС.



Рисунок 2.1 – Обобщённая схема архитектуры ИС

Рассмотрим её особенности. Основная составляющая архитектуры ИС – сервисная шина предприятия (ESB), функционал которой реализован в среде ELMA BPM. Через ESB ведётся взаимодействие сервисов ИС

между собой и с внешними по отношению к созданной ИС информационными системами предприятия. В качестве примера внешних ИС на рис. 2.12 приведены две системы (они наряду с BPM-системой ELMA BPM расположены выше сервисной шины). Первая из этих систем – MES (англ. Manufacturing Execution System) – предназначена для оперативного управления производственными процессами нефтегазодобывающего предприятия. Вместо неё у предприятия может быть более простая система диспетчерского управления. Из таких систем сервисы получают данные об остановках скважин, времени их простоя и т.д. Другим примером внешней ИС является система обработки (интерпретации) геолого-геофизической информации, из которой сервисы получают, например, значения геологических параметров продуктивных пластов. Другие внешние ИС подключаются к ESB, если они содержат данные, используемые сервисами.

Внешние системы не обязательно должны иметь стандартизированные интерфейсы, так как они могли создаваться не в рамках концепции SOA, поэтому для них могут использоваться адаптеры сервисной шины. Среди сервисов, реализующих БП управления ГТМ и созданных в рамках ИС (на рис. 2.12 они приведены ниже шины), можно выделить следующие: сбор исходных данных, отбор скважин-кандидатов для ГТМ, выбор ГТМ, оценка технологической и экономической эффективности ГТМ, планирование работы бригад КРС.

Все перечисленные сервисы являются составными, поскольку комбинируются из более простых сервисов.

2.2. Варианты использования ИС

Варианты использования (ВИ) ИС для роли Специалист-геолог (рис. 2.2, табл. 2.1). Для оформления ВИ используется нотация UML [3].

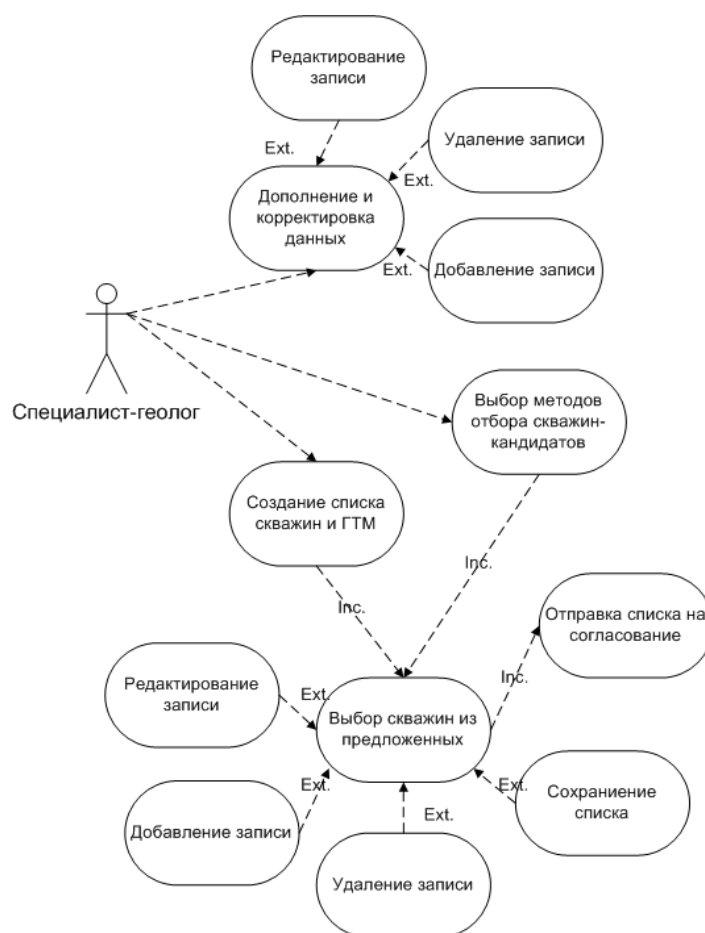


Рисунок 2.2 - Варианты использования ИС специалистом-геологом

Таблица 2.1 - Варианты использования ИС специалистом-геологом

Дополнение и корректировка данных

Условие: *Специалист-геолог авторизовался*

- 1) Специалист-геолог переходит в бизнес-процесс «Актуализация данных».
- 2) Система позволяет выбрать определённый класс объектов.
- 3) Специалист-геолог выбирает желаемый класс объектов
- 4) Система отображает список с данными и позволяет пользователю редактировать, удалять, добавлять записи в него.

Удаление записи

Условие: *Использован ВИ «Дополнение и корректировка данных»*

- 1) Специалист-геолог нажимает на кнопку «-» напротив желаемой записи.
- 2) Из списка объектов удаляется выбранная строка.

Добавление записи

Условие: *Использован ВИ «Дополнение и корректировка данных»*

- 1) Специалист-геолог нажимает на кнопку «+» в заголовке таблицы.
- 2) Система создаёт новую пустую строку.
- 3) Специалист-геолог задаёт все необходимые параметры.
- 4) Система проверяет корректность введённых данных и сохраняет результаты.

Редактирование записи

Условие: *Использован ВИ «Дополнение и корректировка данных»*

- 1) Специалист-геолог изменяет поля в списке объектов.
- 2) Система проверяет корректность введённых данных и сохраняет результаты.

Выбор методов отбора скважин-кандидатов

Условие: *Специалист-геолог авторизовался*

- 1) Специалист-геолог переходит в бизнес-процесс «Выбор скважин-кандидатов».
- 2) Система предлагает выбрать месторождение, тип скважин и перечень автоматических и автоматизированных методов.
- 3) Специалист-геолог выбирает желаемые настройки и нажимает кнопку «Начать».

Создание списка скважин и ГТМ

Условие: *Специалист-геолог авторизовался*

- 1) Специалист-геолог переходит в бизнес-процесс «Выбор ГТМ».
- 2) Специалист-геолог создаёт список скважин и ГТМ
- 3) Специалист-геолог получает возможность редактирования, сохранения и отправки списка скважин-кандидатов на согласование.

Выбор скважин из предложенных

Условие: *Использован ВИ «Просмотр списка скважин и ГТМ» или «Настройка параметров для отбора скважин-кандидатов»*

- 1) Система отображает список скважин и ГТМ.
- 2) Специалист-геолог получает возможность редактирования записей, удаления текущих записей и добавления новых.

Сохранение списка скважин и ГТМ

Условие: *Использован ВИ «Просмотр оперативного плана-графика»*

- 1) Специалист-геолог нажимает кнопку «Сохранить».
- 2) Система сохраняет список скважин и ГТМ (сохранение происходит по дате, пользователю).

Отправка списка скважин и ГТМ на согласование

Условие: *Использован ВИ «Просмотр оперативного плана-графика»*

- 1) Специалист-геолог нажимает кнопку «На согласование».
- 2) Система позволяет производственным подразделениям вносить коррективы в текущий список скважин и ГТМ

Варианты использования ИС для роли Производственное подразделение (рис. 2.3, табл. 2.2).

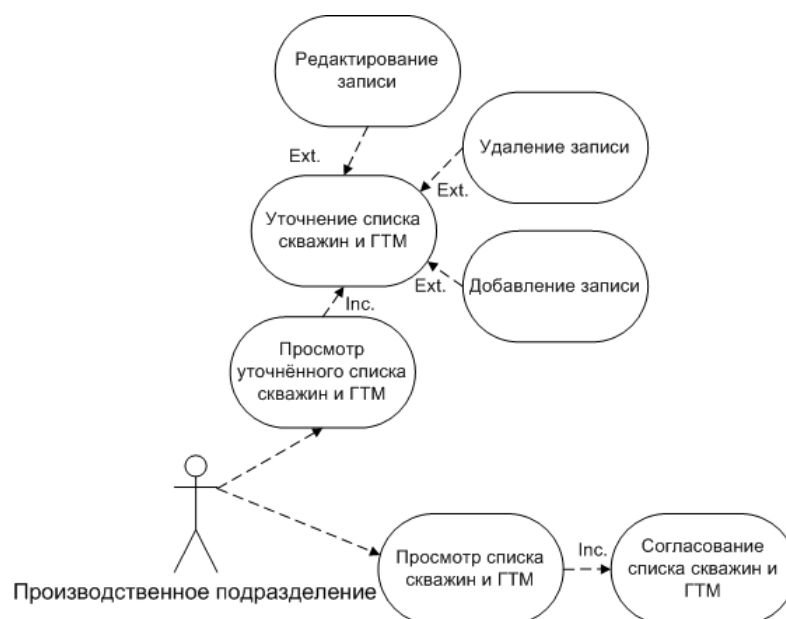


Рисунок 2.3 - Варианты использования ИС производственным подразделением

Таблица 2.2. - Варианты использования ИС производственным подразделением

Просмотр списка скважин и ГТМ

Условие: *Производственное подразделение авторизовалось*

- 1) Подразделение промысла переходит в бизнес-процесс «Выбор ГТМ».
- 2) Система отображает списки скважин и ГТМ, выбранных по определённым методам.
- 3) Производственное подразделение получает представления для последующего

принятия или отклонения списка. (В отличие от специалиста-геолога, производственное подразделение не может редактировать, сохранять или отправлять список на согласование.)

Согласование списка скважин и ГТМ

Условие: Использован ВИ «Просмотр списка скважин и ГТМ»

- 1) Производственное подразделение нажимает кнопку «Согласование списка скважин и ГТМ».
- 2) Система отображает список производственных подразделений, которые должны дать оценку принятия или отклонения списка.
- 3) Производственное подразделение может дать оценку принятия и отклонения только от своего подразделения и при необходимости оставить комментарий. Система не позволит дать оценку за другие подразделения.

Просмотр уточнённого списка скважин и ГТМ

Условие: Производственное подразделение авторизовалось

- 1) Производственное подразделение переходит в бизнес-процесс «Оценка эффективности».
- 2) Система загружает последний актуальный список скважин и ГТМ с рассчитанными экономическими и технологическими показателями.
- 3) Производственное подразделение получает возможность редактирования записей, удаления текущих записей и добавления новых.

Согласования списка скважин и ГТМ

Условие: Использован ВИ «Просмотр уточнённого списка скважин и ГТМ»

- 1) Производственное подразделение нажимает на кнопку «Согласование списка скважин и ГТМ».
- 2) Система отображает список производственных подразделений, которые должны дать оценку принятия или отклонения списка.
- 3) Производственное подразделение может дать оценку принятия и отклонения только от своего подразделения и при необходимости оставить комментарий. Система не позволит дать оценку за другие подразделения.

Удаление записи

Условие: Использован ВИ «Просмотр уточнённого списка скважин и ГТМ»

- 3) Производственное подразделение нажимает на кнопку «-» напротив желаемой записи.
- 4) Из списка скважин и ГТМ удаляется выбранная строка.

Добавление записи

***Условие:** Использован вариант использования «Просмотр уточнённого списка скважин и ГТМ»*

- 1) Производственное подразделение нажимает на кнопку «+» в заголовке таблицы.
- 2) Система создаёт новую пустую строку.
- 3) Подразделение промысла задаёт все необходимые параметры.
- 4) Система проверяет корректность введённых данных и сохраняет результаты.

Редактирование записи

***Условие:** Использован ВИ «Просмотр уточнённого списка скважин и ГТМ»*

- 1) Производственное подразделение изменяет поля в списке скважин и ГТМ.
- 2) Система проверяет корректность введённых данных и сохраняет результаты.

2.3. Эскизы состояний интерфейса пользователя при решении задачи управления ГТМ

На рисунке 2.4 показан эскиз пользовательского интерфейса Системы, на котором можно выделить следующие части:

- 1) Панель бизнес-процессов
- 2) Панель вспомогательных процессов. Также здесь можно видеть «Погодный сервис», «Чат», «Система 3Д моделирования», «Создание отчётности» (возможны и другие) - это сервисы, которые дополнительно могут подключаться к Системе.
- 3) Рабочая область, где отображается содержимое при работе с бизнес-процессами, вспомогательными процессами и справочной информацией.
- 4) Справочная панель. Позволяет посмотреть справку Системы и контакты разработчиков.

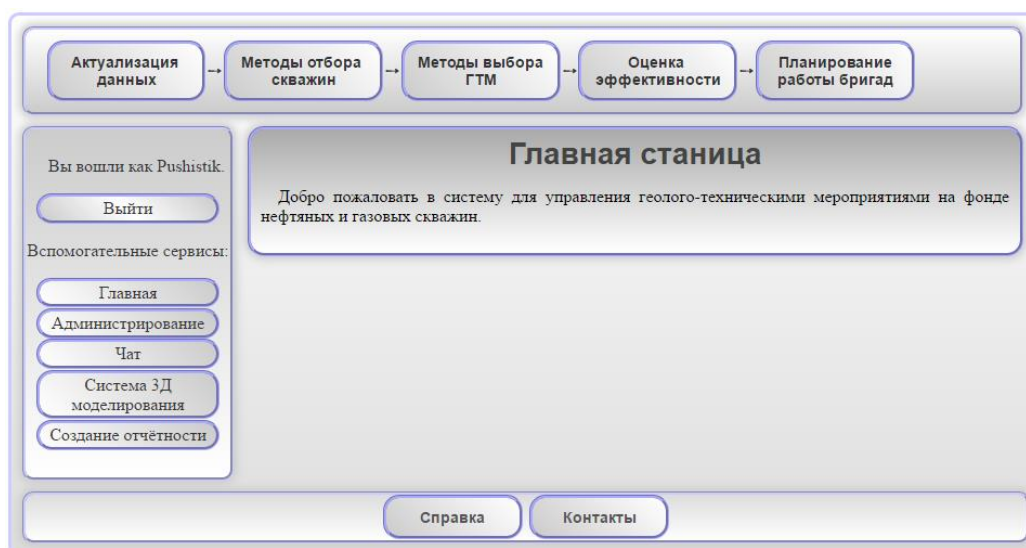


Рисунок 2.4 - Эскиз интерфейса пользователя Системы

2.3.1. Эскиз интерфейса заполнения классификаторов и корректировки данных

Пользователь может выбрать любой классификатор для работы с данными. Система отображает записи, которые могут быть отредактированы пользователем, добавлены новые или удалены текущие (рис. 2.5).

Заполнение классификаторов

Выберите классификатор:

Бригады

Дата актуализации: 21.12.2015

ID	Номер	Состояние	Тип	Подрядчик	
564b0fad3a9c34100d6fda5	3	<input checked="" type="checkbox"/>	КРС	17	<input checked="" type="checkbox"/>
55fecc50fb452f401432b921	2	<input type="checkbox"/>	КРС	17	<input type="checkbox"/>
55f99ef51a9d149c0f8f61f2	7	<input type="checkbox"/>	КРС	10	<input type="checkbox"/>
55f99ba31a9d149c0f8f61f1	10	<input type="checkbox"/>	КРС	17	<input type="checkbox"/>
55e704f86c0185f817d0dbe8	3	<input type="checkbox"/>	КРС	1	<input type="checkbox"/>

Рисунок 2.5 - Эскиз интерфейса заполнения классификаторов и корректировки данных

2.3.2. Эскиз интерфейса выбора методов для отбора скважин-кандидатов для ГТМ

Пользователь выбирает месторождение и типы скважин. Затем выбирает желаемые автоматические и автоматизированные методы. После чего даёт команду начать поиск скважин-кандидатов (рис. 2.6).

The screenshot shows a web interface titled "Методы отбора скважин-кандидатов". It contains three main sections: "Выберите месторождение:" with a dropdown menu showing "Казанское нефтегазоконденсатное месторождение"; "Выберите тип скважин:" with a dropdown menu showing "Нефтяные"; and "Выберите автоматизированные методы:" with a list of four items, each with a checkbox. The first item is "Выбор скважин-кандидатов с учётом 'Журнала остановок'" (unchecked), the second is "Выбор скважин-кандидатов из списков ГДИС, ГИС и ПГИ" (checked), the third is "Выбор скважин-кандидатов из 'Шахматки'" (unchecked), and the fourth is "Выбор скважин-кандидатов из резерва" (checked). Below this is a section "Выберите автоматические методы:" with a list of five items, each with a radio button. The first item is "Анализ трендов технологических параметров" (checked), the second is "Анализ истории оперативных остановок" (checked), the third is "Анализ технического состояния" (unchecked), the fourth is "Расчёт геологического потенциала" (selected with a blue dot), and the fifth is "Использование методики ОАО 'Газпром'" (unchecked). At the bottom left is a button labeled "Начать".

Рисунок 2.6 - Эскиз интерфейса выбора методов для отбора скважин-кандидатов для ГТМ

2.3.3. Эскиз интерфейса выбора скважин из предложенных методами

Пользователь может отредактировать полученный результат после выполнения методов выбора скважин-кандидатов: дополнить другими скважинами, отредактировать данные скважин, в том числе предложенные ГТМ и время проведения работ.

Также пользователь может загрузить другой список скважин и ГТМ, сохранить текущий или отправить список на согласование (рис. 2.7).

Результаты поиска скважин-кандидатов

Список для месторождения "Казанское нефтегазоконденсатное месторождение".

Загрузить список скважин и ГТМ
Сохранить список скважин и ГТМ
На согласование

Дата актуализации: 21.12.2015

Автоматизированный метод "Выбор скважин-кандидатов с учётом "Журнала остановок":

Скважина	Предлагаемые работы	Дата начала работ	Подразделение	Описание	
Скважина1	Замена насоса	21.12.2015 10:00	Служба механика	главного	
Скважина2	ГРП	24.12.2015 11:30	Служба энергетика	главного	

...

Автоматизированный метод "Выбор скважин-кандидатов из списков ГДИС, ГИС и ПГИ":

Скважина	Вид исследования	Дата начала работ	Примечание	
Скважина7	Замер дебита нефти	30.12.2015 12:42	Плановое проведение	
Скважина21	Эпюра	27.12.2015 11:11	Плановое проведение	
Скважина11	Замер затрубного давления	24.12.2015 22:22	Плановое проведение	

...

Автоматический метод "Расчёт геологического потенциала":

Рисунок 2.7 - Эскиз интерфейса выбора скважин-кандидатов из предложенных методами

2.3.4. Эскиз интерфейса согласования списка скважин и ГТМ

Уполномоченные лица от всех заинтересованных подразделений промысла могут просмотреть получившийся список скважин и ГТМ. Функции его редактирования при этом доступны. Ознакомившись с ним, они могут внести правки, принять или отклонить список скважин и ГТМ, оставив при необходимости комментарий (рис. 2.8).

Согласование списка скважин и ГТМ

Согласование списка скважин и ГТМ
Просмотреть список скважин и ГТМ

Название службы	Действие	Оставить комментарий
Служба главного геолога	Принять Отклонить	
Служба главного энергетика	Принять Отклонить	
Служба главного механика	Принято	
Цех добычи	Принять Отклонить	
Производственно-технологическое управление	Отклонено	Забыли внести мою любимую скважину:)
Служба автоматизации	Принять Отклонить	
Служба метрологии	Принять Отклонить	
Служба связи	Принято	Всё ОК.

Рисунок 2.8 - Эскиз интерфейса согласования списка скважин и ГТМ

2.3.5. Эскиз интерфейса уточнения списка скважин и ГТМ

Пользователь загружает список, может провести их оценку с экономической и технологической точек зрения. Затем система отображает информацию об оценках технологической и экономической эффективности, и пользователь получает возможность внести коррективы в согласованный список скважин и ГТМ и сохранить его (рис. 2.9).

Оценка эффективности

Загрузить список скважин и ГТМ Сохранить список скважин и ГТМ Произвести оценку эффективности

Дата актуализации: 21.12.2015

Скважина	Предлагаемые работы	Дата начала работ	PI	NPV	PP	Отклонения от ТР	Равномерность разработки	Улучшение добычи	+																																								
Скважина1	Замена насос	03.12.2015 11:11	1.2	2	22	50%	70%	-50%	-																																								
Скважина2	ГРП	03.12.2015 22:22	1.2	2	0	+10%	100%	+50%	-																																								
Скважина3	Ремонт	<div>Декабрь 2015</div> <table><tr><td>Пн</td><td>Вт</td><td>Ср</td><td>Чт</td><td>Пт</td><td>Сб</td><td>Вс</td></tr><tr><td>30</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr><tr><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr><tr><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td></tr><tr><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	1	50%	100%	+50%	-
Пн	Вт		Ср	Чт	Пт	Сб	Вс																																										
30	1		2	3	4	5	6																																										
7	8		9	10	11	12	13																																										
14	15		16	17	18	19	20																																										
21	22	23	24	25	26	27																																											
28	29	30	31	1	2	3																																											
Скважина2	Эпюра	3	10%	10%	+10%	-																																											
Скважина4	ГРП	3	30%	90%	+30%	-																																											
Скважина7	Замер дебит	0	20%	80%	+20%	-																																											
Скважина1	Боковое забу.	7	10%	90%	+10%	-																																											

Рисунок 2.9 - Эскиз интерфейса уточнения списка скважин и ГТМ

2.3.6. Эскиз интерфейса формирования оперативного плана-графика

Система автоматически строит оперативный план-график по загруженному пользователем списку скважин и ГТМ. Также пользователь имеет возможность загрузить уже готовый план-график. В плане-графике зелёным цветом обозначаются неконфликтующие работы, а красным – конфликтующие (на рисунке одна и та же бригада выполняет разные работы в одно и то же время) Пользователь может перемещать работы по графику, тем самым разрешая конфликты. Также пользователь может применить автоматическую оптимизацию план-графика. Все изменения пользователь может сохранить в новый график.

Если пользователь считает, что план-график готов, то он его может отправить на утверждение (рис. 2.10).

Планирование

Выбрать список скважин и ГТМ
Загрузить план-график
Сохранить план-график
Оптимизация плана-графика
На утверждение

Дата актуализации: 21.12.2015

Месторождение	Номер бригады	Тип мероприятия	Подрядчик	Декабрь																														
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Томское	1	КРС	Подр_1																															
	2	КРС	Подр_5																															
Казанское	10	Г ДИС	Подр_12																															
	7	Г ДИС	Подр_5																															
	1	КРС	Подр_1																															
	6	ПГМ	Подр_2																															

Рисунок 2.10 - Эскиз интерфейса формирования оперативного плана-графика

2.3.7. Эскиз интерфейса утверждения оперативного плана-графика

Уполномоченные лица от всех заинтересованных подразделений промысла могут просмотреть план-график, однако функции его редактирования при этом недоступны. Ознакомившись с ним, они могут утвердить или отклонить план-график, оставив при необходимости комментарий (рис. 2.11).

Утверждение оперативного плана-графика

Утверждение плана-графика
Просмотреть план-график

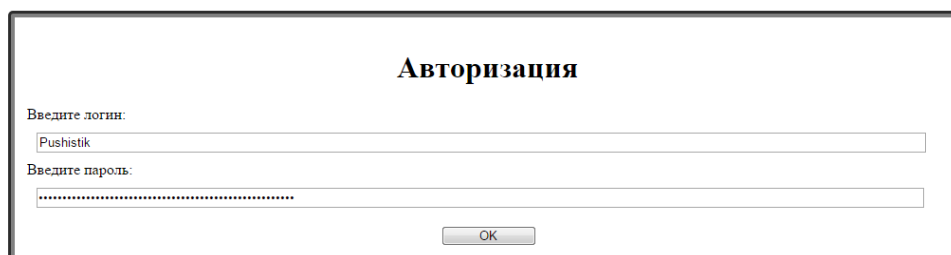
Название службы	Действие	Оставить комментарий
Служба главного геолога	Принять Отклонить	<input type="text"/>
Служба главного энергетика	Принять Отклонить	Рассматриваем.
Служба главного механика	Принято	<input type="text"/>
Цех добычи	Принять Отклонить	<input type="text"/>
Производственно-технологическое управление	Отклонено	Бригада №1 уволена. Внести коррективы.
Служба автоматизации	Принять Отклонить	<input type="text"/>
Служба метрологии	Принять Отклонить	<input type="text"/>
Служба связи	Принято	Возражений нет.

Рисунок 2.11 - Эскиз интерфейса утверждения оперативного плана-графика

2.3.8. Эскиз интерфейса авторизации

Для авторизации пользователь должен ввести логин и пароль с последующим подтверждением ввода. При неправильном вводе система

должна сообщать пользователю о неправильности данных логина и пароля, после чего пользователь должен иметь возможность пройти процедуру авторизации повторно (рис. 2.12).



Авторизация

Введите логин:

Pushistik

Введите пароль:

.....

OK

Рисунок 2.12 - Эскиз интерфейса авторизации

2.4. Проектирование структуры базы данных системы

Для построения концептуальной модели базы данных используется нотация «воронья лапка». Связь 1:1 и М:М в данной нотации не используются. При наличии связи 1:1 сущности объединяются в одну сущность. Связь М:М преобразуется в промежуточную сущность.

Моделирование происходит в среде Toad Data Modeler, который позволяет преобразовать концептуальную структуру в логическую, а затем логическую структуру в физическую под выбранную СУБД.

С учётом всех положений, изложенных выше, схема базы данных в рамках концептуальной модели может быть представлена следующим образом (рис. 2.13). Ввиду того, что модель не является логической, внешние ключи отсутствуют.

Среди объектов можно выделить месторождения, кусты скважин, скважины, продуктивные пласты, бригады КРС, списки предложений, графики исследований скважин и т.д. В число справочников входят: виды ГТМ, нормативы ГТМ (сроки выполнения, стоимость ГТМ, стоимость оборудования), единицы измерения, сценарные условия (ставки налогов, стоимость сырья и материалов, стоимость транспортировки сырья) и т.п. Полный список сущностей и их атрибутов можно найти в Приложении А.

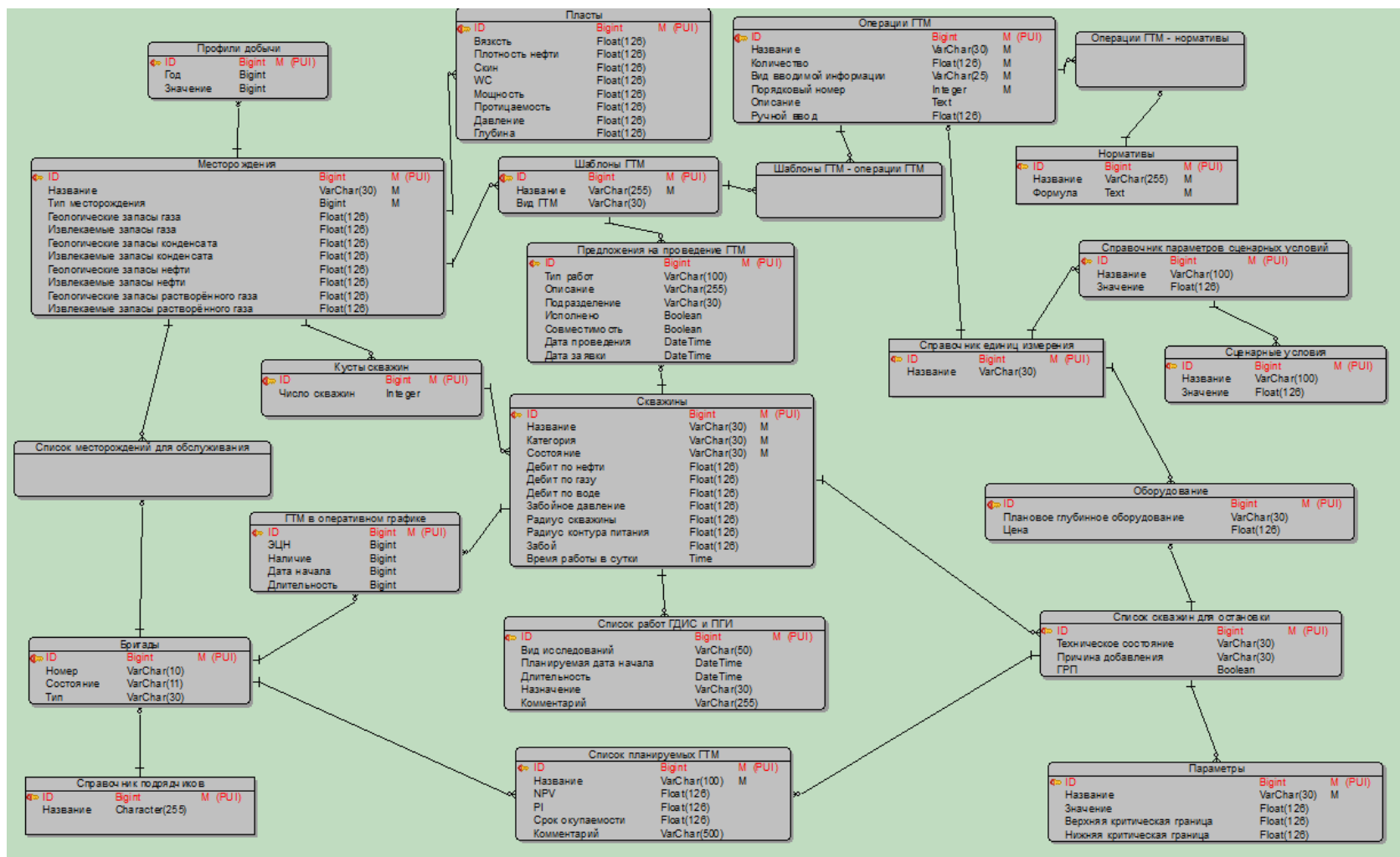


Рисунок 2.13 – Концептуальная модель данных БД

3. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИС

На предыдущих этапах разработки информационной системы были рассмотрены все фундаментальные положения, которые относятся к внутреннему устройству системы.

На этапе программной реализации все проектные решения конкретизируются, происходит выбор: среды разработки для реализации сервис-ориентированной архитектуры, системы управления базой данных, BPM-системы, языка программирования. Обозначаются требования к программным интерфейсам и обменному формату файла.

Рассматриваются детали адаптации BPM-системы к предметной области: разработка диаграмм бизнес-процессов, интерфейсов пользователя и написание программного кода для автоматизированных и автоматических методов.

3.1. Выбор среды разработки

Главным критерием при выборе среды разработки и языка программирования является полнота воплощения выбранной сервис-ориентированной архитектуры, то есть среда должна обеспечивать модульный подход к созданию системы в тесной связи с бизнес-процессами, а также иметь возможность гибко подстраиваться при изменениях экономического и технологического характера.

Идеальным вариантом является совмещение в среде разработки BPM-системы и функций шины.

Предприятие всегда имеет чёткую и формальную структуру бизнес-процессов, однако она имеет тенденцию к развитию и улучшению в виду изменений рыночного и технологического характера. Чтобы реагировать на такие изменения, необходима гибкая адаптивная система управления бизнес-процессами (BPMS – Business Process Management System).

Основная цель таких систем – осуществление поддержки управления организацией. Сначала происходит моделирование бизнес процессов предприятия (BPM-диаграмм). Затем диаграммы загружаются внутрь системы, где они могут исполняться и контролироваться в ходе работы предприятия.

Таким образом, реальное исполнение процессов максимально приближается к изначально разрабатываемой идеальной модели.

Наиболее популярными на данный момент являются три продукта:

1. ELMA BPM Suite;
2. Bigazi BPM Suite;
3. Bonita Open Solution.

Все они имеют схожие функциональные возможности главных компонентов:

1. Дизайнер для моделирования бизнес-процессов;
2. Механизм исполнения;
3. Средства контроля и мониторинга;
4. Возможности быстрого исполнения бизнес-процессов.

Также преимущества и недостатки могут касаться следующих аспектов:

1. Пользовательский интерфейс;
2. Стоимость систем;
3. Наличие мобильной версии;
4. Другие критерии.

ELMA BPM Suite [9]

Является разработкой Российской компании ELMA. Для моделирования бизнес-процессов используется нотация BPMN 2.0. Диаграмма создаётся во внутреннем редакторе, публикуется на сервере, что даёт возможность работать с ней через web-интерфейс.

Интерфейс удобный, простой и понятный. Для разных пользователей система может выглядеть по-разному. Доступна работа и с мобильных устройств.

Для создания сложных сценариев используется язык C#. ELMA BPM Suite поддерживает импорт и экспорт из универсального формата бизнес-процессов XPDЛ.

В системе реализована отладка процессов и инструменты для тестирования. В том числе возможна пошаговая отладка.

Система оснащена основными средствами для интеграции с другими системами (SOA, CRM, почтовые сервисы, оповещение на почту и sms). Также присутствует тесная интеграция с «1С», богатая поддержка интеграции с web-сервисами. Все виды интеграции задокументированы разработчиком. Система может встраиваться в корпоративные порталы (SharePoint, Bitrix) и сервисные шины (JMS, MSMQ).

Стоит отметить, что нотация BPMN 2.0 полностью русифицирована, что облегчает её понимание, однако соответствие нотации BPMN не полное.

Есть бесплатная версия на 10 пользователей. Коммерческие варианты имеют цену до 10 тыс. рублей на место с поддержкой баз данных MS SQL или Oracle.

Bizagi BPM Suite [10]

Это испанская разработка. В России нет официального представительства разработчиков, что затрудняет внедрение.

Состоит из трёх компонентов: дизайнер процессов (Bizagi Process Modeler), автоматизация процесса (Bizagi Studio), исполнение процесса (Bizagi BPM Server).

Для моделирования бизнес-процессов используется нотация BPMN. Продукт отличается красочным удобным редактором с возможностью коллективного проектирования.

После создания схемы она загружается на сервер в компонент автоматизации процесса, где происходит настройка всей необходимой информации (в том числе настройка интеграции с другими корпоративными приложениями).

Поддерживается интеграция с внешними источниками данных, серверами электронной почты, с системами электронного документооборота, с другими IT-системами.

Используется концепция визуального программирования при использовании графического интерфейса. Скриптовое программирование необходимо для особых сложных задач.

Поддерживается экспорт и импорт в форматы XPDЛ и MS Visio.

Затрудняет работу необходимость переключаться между различными приложениями.

Бесплатно распространяется только дизайнер бизнес-процессов. Стоимость лицензии на одного пользователя около 100 \$.

Bonita Open Solution [11]

Французская разработка. Так же, как и у Bigazi BPM Suite, нет российского представительства. Открытая версия не содержит средств для мониторинга, хотя в коммерческом варианте это есть.

Процесс разработки ускоряет то, что все задачи решаются в одном приложении, которое отвечает за: моделирование и автоматизацию бизнес-процессов, их исполнение и интерфейс для работы с пользователем.

Используется нотация BPMN. Доступен только импорт из формата XPDЛ, нет поддержки BPEL.

Для интеграции система имеет множество адаптеров (баз данных, почтовых служб, web-сервисов...).

Слабая поддержка русских символов, при их использовании возникают конфликты. Нет возможности динамически изменять процессы и производить верификацию.

Есть специальный конструктор для создания интерфейса для конечного пользователя. Доступна работа и с мобильных устройств.

В качестве BPM-системы можно использовать широко известные системы Orchestra (поддерживает оба языка), Bonita BPM, ELMA BPM, Bigazi BPM (поддерживают язык BPMN) и. т.п.

Все рассмотренные системы приблизительно равны по своим функциональным возможностям. Поэтому основным критерием выбора BPM-системы стало наличие исчерпывающей документации на русском языке.

Была использована российская разработка ELMA BPM [7]. По сути, эта BPM-система является в некотором роде средой разработки информационных систем на принципах SOA.

Данная среда содержит всё необходимое для максимизации производительности программиста: редактор исходного кода для сценариев с подсветкой синтаксиса и автодополнением объектов и функций, встроенный отладчик, редактор форм для упрощения создания графического интерфейса и другие полезные средства. Можно подключать внешние сервисы.

В платных версиях ELMA есть возможность работа с СУБД MS SQL и ORACLE. Работа с FireBirdSQL доступна в любой версии программы, поэтому именно она была взята за основу при работе БД.

3.2. Выбор языков программирования

При выборе языка программирования существует множество альтернатив: C++, C#, Java, Python, Delphi и т. д. Такое же разнообразие наблюдается при выборе интегрированных сред разработки: Microsoft Visual Studio, Macromedia Studio, Eclipse, Borland Delphi, Sun Java Studio и другие.

Таким образом, процесс реализации проекта проходил в среде разработки **ELMA BPM** на следующих языках программирования:

- **BPMN** – нотация по моделированию бизнес-процессов;
- **SQL** – для доступа и работы с базой данных;
- **C#** – для реализации логики программы;
- **C# ASP.NET MVC Razor** (C# с разметкой HTML и возможностью использования JavaScript) – для реализации интерфейсов пользователя;

Демо-версия ELMA BPM включает в себя средства для создания оргструктуры предприятия, визуальный редактор бизнес-процессов и средства их запуска (**BPEL**), редактор объектов (с помощью бесплатной БД FireBirdSQL). Также есть возможности организовывать документооборот, проекты, вычислять различные метрики и показатели процессов, формировать отчёты и интерфейсы пользователя.

3.3. Интерфейсы сервисов и протоколы обмена

Все сервисы в сервис-ориентированной архитектуре должны иметь строго регламентированные, стандартизированные и безопасные интерфейсы и протоколы обмена данными.

Сервис идентифицируется строкой URI.

Внешний программный интерфейс сервиса представлен в формате WSDL (Web Service Description Language). Имеет две версии: 1.1 (стандарт) и 2.0 (статус рекомендации). В версии 1.1 интерфейс описывается следующими элементами: PortType (предоставляет список операций и их параметров), Service (список системных функций), Binding (специфицирует интерфейсы и задаёт параметры связывания с протоколом SOAP), Operation (функции, предоставляемые веб-сервисом), Message (сообщение, связанное с определённой операцией), Types (описание данных в соответствии с XML Schema).

Пример описания WSDL 1.1 для получения записей сущности:

```

▼ <wsdl:definitions xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
  xmlns:wsx="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2004/09/mex" xmlns:i0="http://www.elma-
  bpm.ru/api/" xmlns:wsu="http://docs.oasis-open.org/wss/2004/01/oasis-200401-wss-
  wssecurity-utility-1.0.xsd" xmlns:wsa10="http://www.w3.org/2005/08/addressing"
  xmlns:wsp="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2004/09/policy"
  xmlns:wsap="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2004/08/addressing/policy"
  xmlns:mssc="http://schemas.microsoft.com/ws/2005/12/wsdl/contract"
  xmlns:soap12="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap12/"
  xmlns:wsa="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2004/08/addressing"
  xmlns:wsam="http://www.w3.org/2007/05/addressing/metadata"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:tns="http://tempuri.org/"
  xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
  xmlns:wsaw="http://www.w3.org/2006/05/addressing/wsdl"
  xmlns:soapenc="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/" name="EntityService"
  targetNamespace="http://tempuri.org/"
  <wsdl:import namespace="http://www.elma-bpm.ru/api/"
    location="http://localhost:7000/API/Entity?wsdl=wsdl0"/>
  <wsdl:types/>
  ▼ <wsdl:service name="EntityService">
    ▼ <wsdl:port name="BasicHttpBinding-ELMA_IEntityService"
      binding="i0:BasicHttpBinding-ELMA_IEntityService">
      <soap:address location="http://localhost:7000/API/Entity"/>
    </wsdl:port>
  </wsdl:service>
</wsdl:definitions>

```

Другие системы взаимодействуют с веб-сервисом с помощью обмена сообщениями по протоколу SOAP (Simple Object Access Protocol). Сообщения оформляются в виде XML-файла (схема), включающего в себя: идентификатор сообщения, опциональный элемент Заголовок (пространства имён, ссылки, доступные свойства), обязательный элемент Тело (пространства имён, ссылки, дочерние элементы тела сообщения). Система ELMA BPM способна взаимодействовать с другими системами.

Пример запроса SOAP 1.1 для получения контекстной переменной процесса:

```

POST /Modules/ElmaBPM.Workflow.Processes.Web/WFPWebService.asmx HTTP/1.1
Host: 127.0.0.1
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Content-Length: length
SOAPAction: "http://www.elma-bpm.ru/WFPWebService/LoadContext"

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<soap:Envelope xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
  <soap:Body>
    <LoadContext xmlns="http://www.elma-bpm.ru/WFPWebService/">
      <userName>string</userName>
      <password>string</password>
      <instanceId>long</instanceId>
    </LoadContext>
  </soap:Body>

```

Описание сервисов и их API могут быть найдены средствами UDDI (Universal Discovery, Definition and Integration), с помощью которого формируется реестр сервисов.

В качестве формата данных в приоритете находятся те, которые принято считать обменными – XML и JSON. Они взаимно обратимы. Во всех сетевых программных средствах предусмотрена конвертация внутреннего формата в обменных при передаче данных другой системе. Все языки сервис-ориентированной архитектуры (WSDL, UDDI, BPEL, SOAP) имеют в своей основе XML со схемой в качестве стандарта, поэтому формат обмена данными XML в несомненном приоритете.

Таким образом, обмен данными по сети базируется на **HTTP**-протоколе (**SOAP 1.1** или **1.2** версии), организация веб-сервисов основана на **XML**-интерфейсе **Schema (WSDL 1.1)**. Причём со сторонними системами используются специальные адаптеры для приспособления системы к особому обменному формату сторонних систем.

3.4. Особенности реализации ИС

С учётом всех описанных выше особенностей системы можно уточнить архитектурную схему программного обеспечения, предложенную ранее на рис. 2.1. Ранее подчёркивалась композитная природа выделенных сервисов, на рис. 3.1 штриховкой выделены реализованные в ИС элементы.

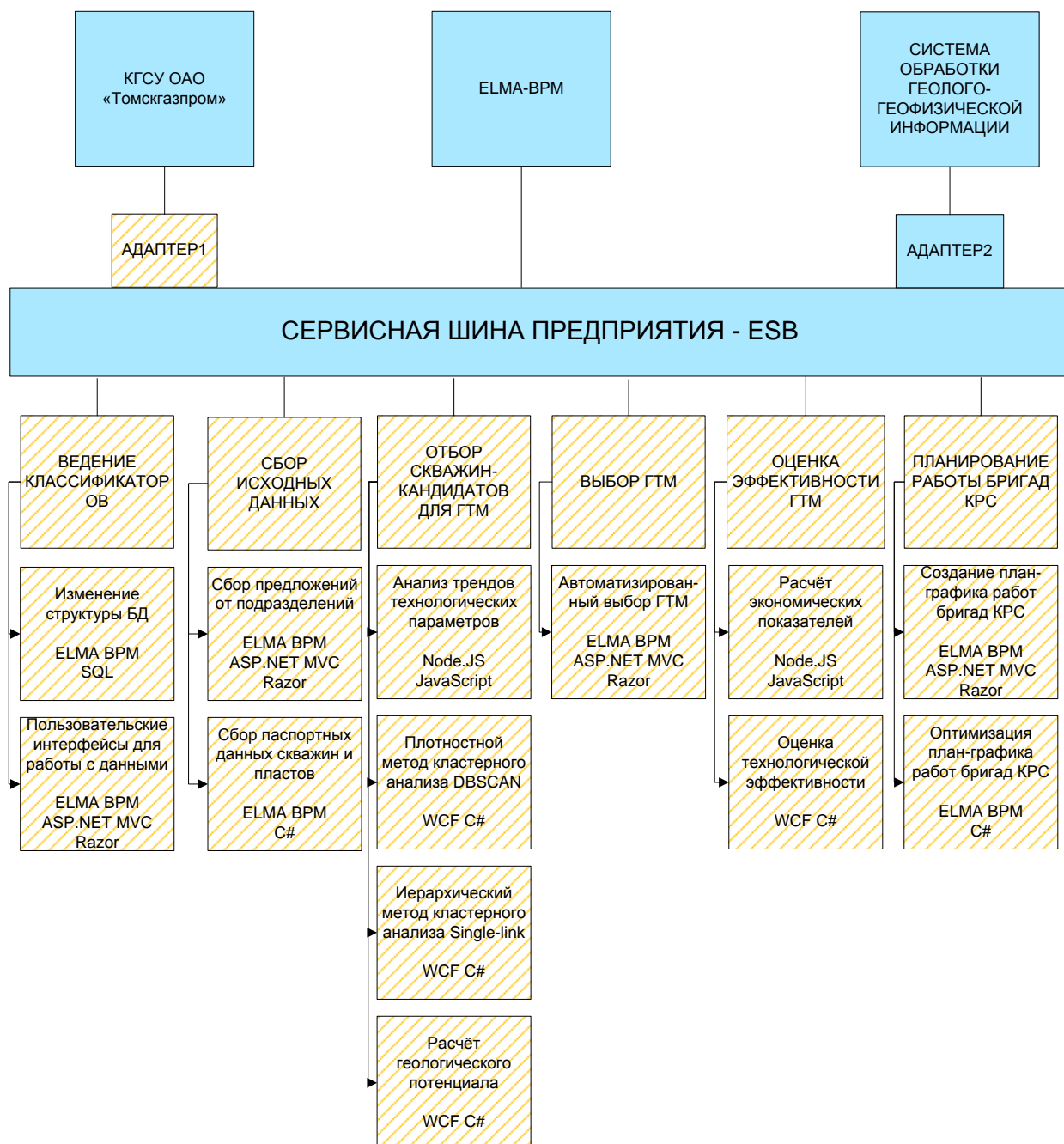


Рисунок 3.1 – Архитектуры программного обеспечения ИС

Основная доля функциональности реализована в среде разработки ELMA во встроенном дизайнере на языке C# и ASP.NET MVC Razor, в основном, среде ELMA поручены сервисы взаимодействия с пользователями системы. Так как ELMA содержит SOA-коннектор и формирует реестр сервисов для уже существующих и разработанных возможностей, то такие отдельные сервисы могут использоваться извне сервисной шиной предприятия или другой системой по задокументированным API.

Помимо возможностей ELMA были использованы внешние веб-сервисы, реализованные в Microsoft Visual Studio (версии 2012 и 2015) по технологии WCF (Windows Communication Foundation) на языке C#; а также в WebStorm на платформе Node.JS (Фреймворк Express, язык JavaScript). Данным веб-сервисам поручаются вычислительные и расчётные задачи, которые могут требовать серьёзных вычислительных мощностей. Это позволяет максимально разгрузить сервисную шину, роль которой выполняет сервер BPM-системы ELMA.

Для связи с веб-сервисами в Visual Studio используются стандартные интерфейсы SOA-архитектуры: SOAP 1.1 и WSDL 1.1. А для веб-сервисов Node.JS используются технологии AJAX и COMET, протоколы http и webSocket.

Для загрузки данных используется адаптер, который устанавливает соединение с БД АРМ ПГ КГСУ «Томскгазпром» MS SQL и загружает необходимый перечень данных во внутреннюю БД FireBird.

Использование разных платформ и языков программирования демонстрирует основное преимущество выбранной архитектуры – гибкость в интеграции сторонних систем.

Для работы специалиста с ИС используется веб-интерфейс среды ELMA BPM. На рис. 3.2 приведён пример адаптированного интерфейса главной страницы. Интерфейс позволяет запускать любой БП, производить выполнение подпроцессов (подзадач), планировать работу бригад КРС во встроенном календаре событий и обмениваться сообщениями с производственными подразделениями.

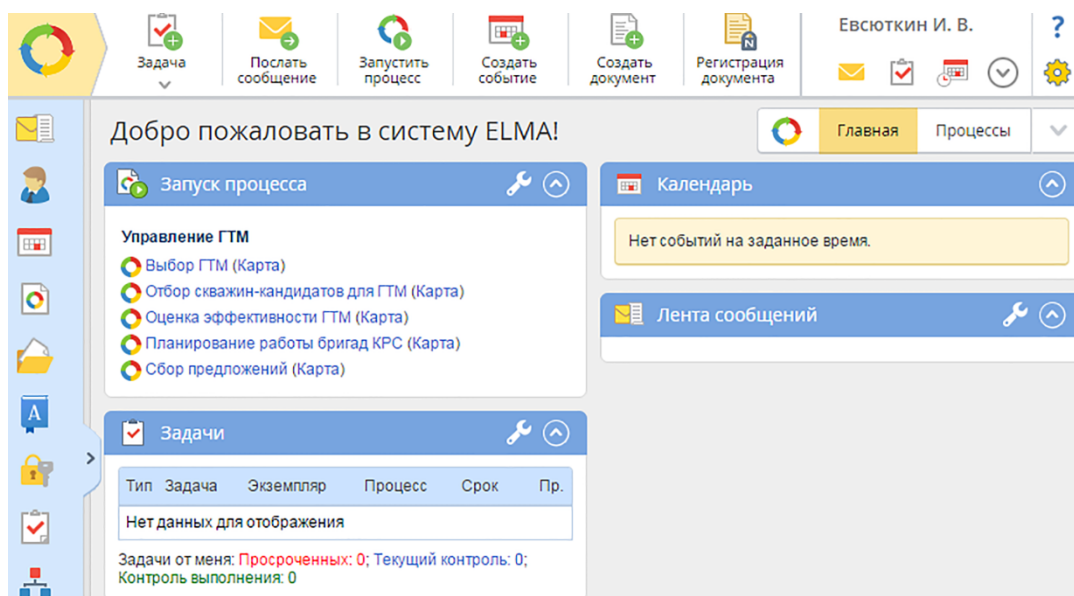


Рисунок 3.2 - Интерфейс главной страницы портала ELMA BPM, адаптированный под предметную область в ИС

ИС должна позволять работать с ней с учётом заранее установленного набора прав каждому специалисту производственных подразделений предприятия, таких как служба главного геолога, служба главного механика, служба главного энергетика, служба автоматизации, служба метрологии, цеха добычи, служба связи, производственно-технологическое управление.

Сначала была спроектирована организационная структура предприятия на производственном уровне, которая включает в себя основное лицо, принимающее решение (специалист-геолог), и все подразделения промысла, которые участвуют в сборе предложений и согласовании всех последующих списков скважин-кандидатов на остановку и ГТМ для них

Каждая служба включает в себя начальника отдела и группу подчинённых. Следует отметить, что участие в системе принимает только одно выделенное лицо от каждого подразделения. Все роли организационной структуры распределяются между пользователями системы в среде ELMA-BPM (рис. 3.2). Каждой роли можно настроить определённый набор прав: способность запуска бизнес-процессов, доступ к данным и набор действий с ними, ответственность за выполнение конкретных задач.

Пользователь	Должность	E-Mail	Учетная запись
Евсютин Иван	Специалист		admin
Главный Геолог	Главный геолог		user1
Главный Механик	Главный механик		user2
Главный Энергетик	Главный энергетик		user3
Начальник Отдела Автоматизации	Начальник отдела автоматизации		user4
Начальник Отдела Метрологии	Начальник отдела метрологии		user5
Начальник Цехов Добычи	Начальник цехов добычи		user6
Начальник Отдела Связи	Начальник отдела связи		user7
Начальник Производственно-технологического управления	Начальник производственно-технологического управления		user8
User 9	—Назначить		user9
User 10	—Назначить		user10

Рисунок 3.2 - Назначение ролей пользователям

Каждый пользователь – реальный человек, который имеет возможность работы с системой, он будет получать задачи в ходе выполнения бизнес-процессов. Для демо-версии системы существует ограничение на число пользователей (10 плюс администратор), однако этого числа хватает, чтобы охватить всех действующих лиц.

Для сбора предложений необходимо создать объектную модель внутри системы в специализированной БД FireBird под управлением ELMA BPM (рис. 3.3), которая включает в себя все справочники и сущности предметной области и является логической схемой по отношению к спроектированной концептуальной модели БД (рис. 2.13). Все данные сущности были преобразованы в классы C# с помощью технологии объектно-реляционного отображения, а все свойства объектов – в поля классов.

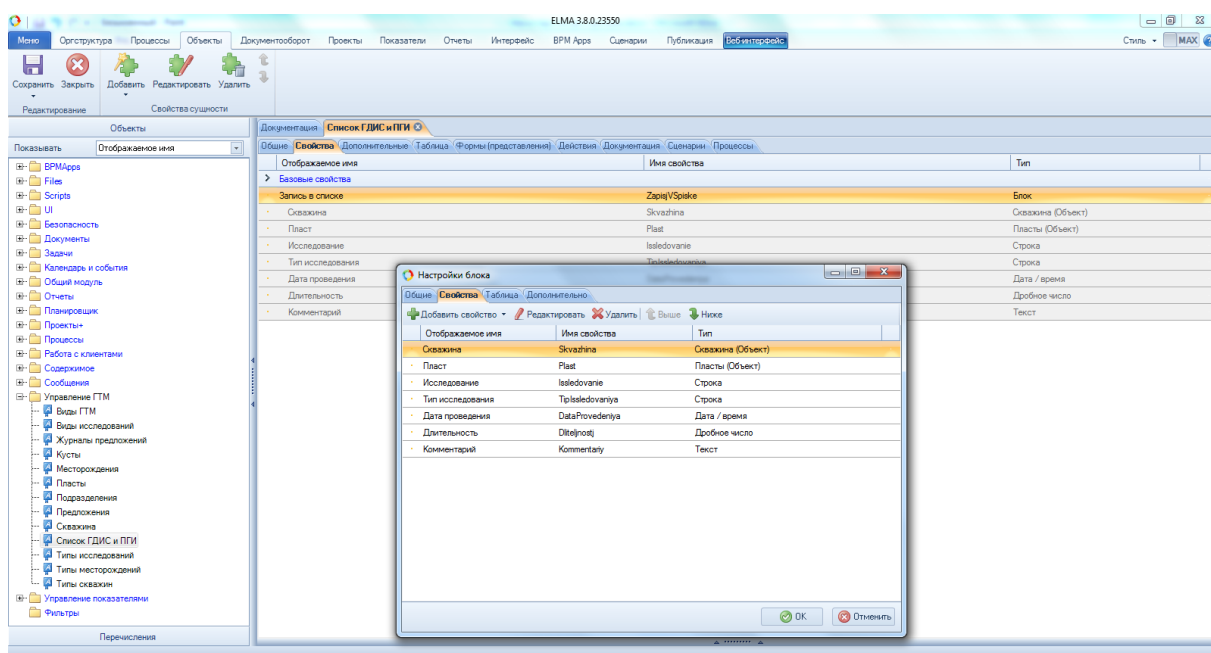


Рисунок 3.3 – Создание логической модели данных

Все сущности можно заполнять в ручном режиме через веб-интерфейс (заполнение плана ГДИС и ПГИ на рис. 3.4, 3.5).

На рис. 3.4 показан интерфейс при добавлении нового плана или редактировании существующего. В верхней части две кнопки – сохранение и отмена, которые позволяют вернуться ко всем планам исследований, сохранив или отменив все действия, совершённые с текущим планом. Ниже изображён элемент типа «блок», в который можно заносить неограниченное число записей кнопкой «Добавить». Записи можно сортировать по выбранному полю, перетаскивая столбец в специальное поле, расположенное рядом с кнопкой «Добавить». Также есть возможность настроить число видимых записей, переходить на разные страницы (если число записей превышает лимит видимости).

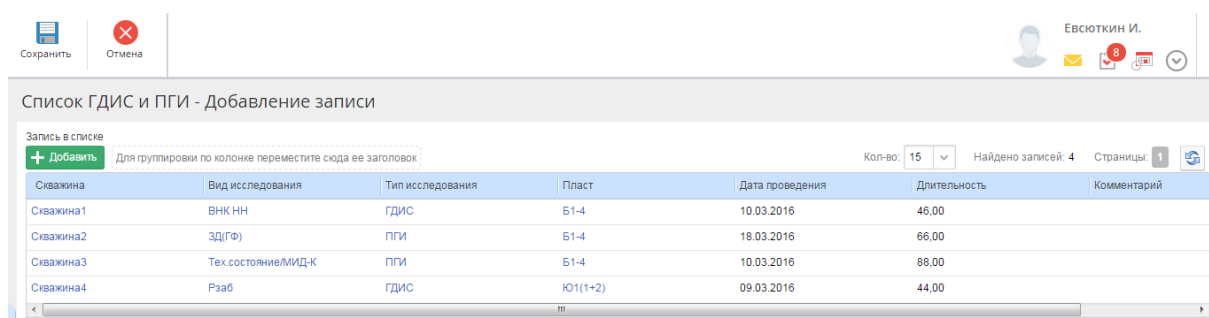


Рисунок 3.4 - Заполнение плана ГДИС и ПГИ

При нажатии на кнопку «Добавить» появляется дополнительный интерфейс (рис. 3.5). Список атрибутов и их типов различается для конкретных объектов. При заполнении атрибутов, являющихся объектами по связи «один ко многим», можно создать новый такой объект, либо выбрать уже существующий.

Добавить	
Скважина	Скважина2
Вид исследования	ИК
Тип исследования	ПГИ
Пласт	Ю1
Дата проведения	09.03.2016
Длительность	22,00
Комментарий	Описание

Сохранить Отмена

Рисунок 3.5 - Добавление записи в план ГДИС и ПГИ

Стоит отметить, что заполнение данных происходит в соответствии с заданным типом свойства: для даты появляется календарь, выбор объекта осуществляется по связи «один ко многим» появляется выпадающий список, для логических переменных – переключатель или флажок, для вложения можно выбрать файл с локального компьютера и т. д.

3.5. Описание бизнес-процессов в среде разработки ELMA

3.5.1. Основные элементы диаграмм BPMN

Диаграмма представляет собой последовательное или параллельное выполнение операций с определёнными бизнес-правилами.

Начинается диаграмма со стартового события (*зелёный кружок*). Завершается – конечным событием (*красный кружок*).

Между начальным и конечным событиями находится вся логика процесса. Все *задачи* отображаются в виде прямоугольников с закруглёнными концами. Есть разные виды: пользовательская задача (с человечком внутри),

ручное выполнение (с рукой внутри), выполняемый программой сценарий (листок внутри).

Шлюз (*ромб*) позволяет производить ветвления. Пустой ромб – исключающий («или»). Ромб с плюсом внутри – параллельный («и»). С кругом внутри – неисключающий («и/или»)

Промежуточные события (*двойной кружок*): сообщение, таймер, эскалация и другие.

Пул соответствует выполняемому бизнес-процессу, его можно разделить на *дорожки* (зоны ответственности).

Подпроцессы (прямоугольники со знаком [+]) применяются для декомпозиции. Также есть событийные подпроцессы (пунктирная линия), спонтанные (с тильдой) и транзакции (двойная линия).

Обмен сообщениями между участниками изображается в виде пунктирной стрелки со свободным концом. Соединяет только два разных пула. Используется для запуска процесса или передачи информации. Для отправки и приёма сообщения есть специальная задача (внутри конверт).

Есть элементы, которые не оказывают влияния на выполнение процесса – группа (штрихпунктирный прямоугольник), текстовая аннотация (выноска), ассоциация (точечная линия).

Для работы с данными есть (не влияют на процесс исполнения):

1. Объект данных (листок с загнутым углом) – информация, обрабатываемая в ходе процесса, за пределами пула объект не доступен.
2. Хранилище данных используется для моделирования постоянной памяти.

3.5.2. Подключение внешних веб-сервисов

В элементе BPMN-диаграмм «сценарий» возможно использование веб-сервисов с описанием на WSDL, для этого необходимо добавить ссылку на него (рис. 3.6).

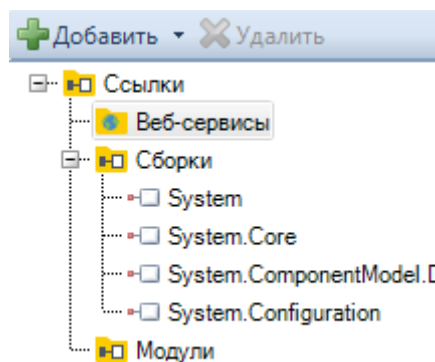


Рисунок 3.6 - Подключение веб-сервиса

Веб-сервис идентифицируется URI, на котором находится WSDL-файл. Если ссылка введена верно, то в сценарии формируется класс для вызова всех методов, которые предоставляет сервис (рис. 3.7).

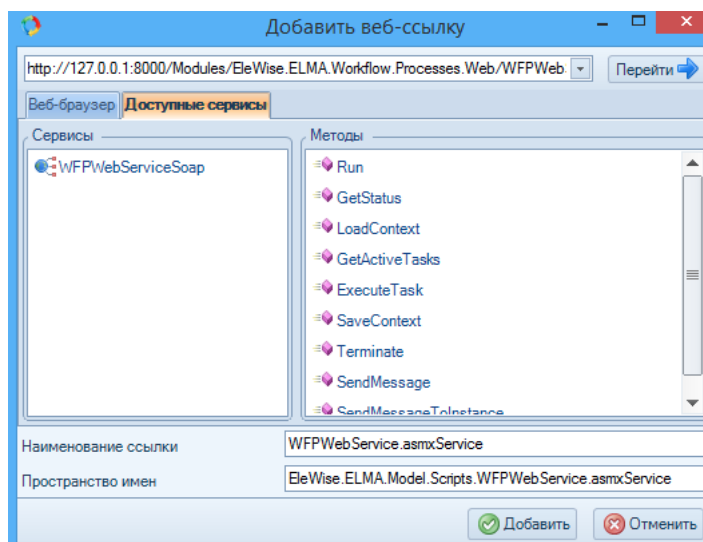


Рисунок 3.7 - Формирование класса веб-сервиса

3.5.3. Формирование журнал предложений на остановку скважин

Схема бизнес-процесса в нотации BPMN имеет в основе подпроцесс задачи «актуализация данных» (рис. 1.2). Бизнес-процесс задействует не только специалиста, но и все производственные подразделения (рис. 3.8).

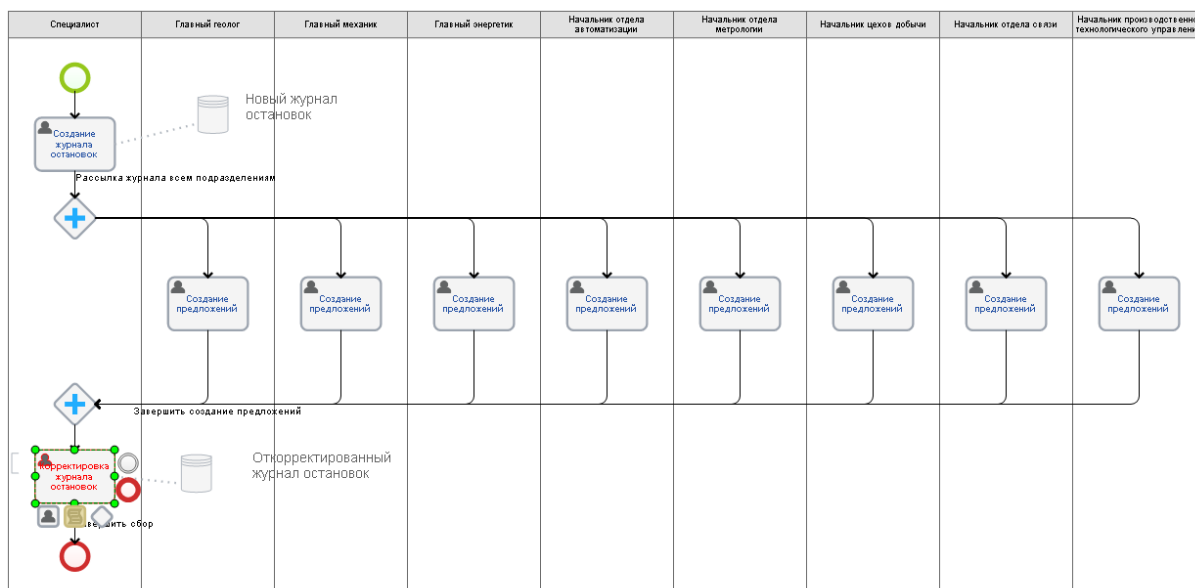


Рисунок 3.8 - Схема БП формирования журнала предложений на остановку скважин

Каждый запущенный экземпляр процесса проходит ряд этапов:

1. Специалисту приходит сообщение о новой задаче, где он должен создать новый месячный журнал работ или выбрать уже существующий (рис. 3.9). После чего он отправляет данный журнал всем производственным подразделениям.

Создание журнала остановок

Настоящий исполнитель. Евсюкин Иван

> Информация о процессе

Главная страница История

Выберете существующий или создайте новый журнал остановок на месяц

Журнал остановок на месяц * 01.02.2016 - 01.03.2016 🔍 +

Расылка журнала всем подразделениям

Рисунок 3.9 – Интерфейс создания месячного журнала предложений на остановку скважин

2. Все производственные подразделения получают оповещение о необходимости внесения в него предложений (рис. 3.10, 3.11). Производятся операции добавления, редактирования, удаления записей в журнале предложений на остановку скважин.

Новая запись ✕

Скважина Скважина2 ▼ 🔍 +

Подразделение Служба метрологии ▼ 🔍 +

Описание

Совместимость ☒ Да ☐ Нет

Исполнено ☐ Да ☒ Нет

Список работ Кол-во: 15 ▼ Найдено записей: 2 Страницы: 1 🔄

+ Добавить
Для группировки по колонке переместите сюда ее заголовок

Вид работ	Дата начала	Дата окончания	✎ ✕
Гидроразрыв пласта	02.02.2016 1:00	06.02.2016 1:15	✎ ✕
Зарезка бокового ствола	10.02.2016 1:45	16.02.2016 17:00	✎ ✕

Сохранить
Отмена

Рисунок 3.10 – Интерфейс создания нового предложения на остановку скважины

Добавить ✕

Вид работ Перфорация ▼ 🔍 +

Дата начала 08.02.2016 📅 01:45 ▼

Дата окончания 17.02.2016 📅 01:30 ▼

← Февраль 2016 →

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	1	2	3	4	5	6

Сегодня 28.02.2016

Сохранить
Отмена

Рисунок 3.11 – Интерфейс добавления конкретного вида работ в новое предложение

3. Когда все производственные подразделения завершат внесение предложений в журнал предложений, специалист просматривает журнал и принимает решение, какие из предложенных работ оставить, изменить или отправить в резерв (рис. 3.12). Для редактирования необходимо нажать на синий карандаш, расположенный напротив каждого предложений, для удаления – на красный крестик.

Настоящий исполнитель: Евсютин Иван

> Информация о процессе

Главная страница История

Журнал остановок на месяц 01.02.2016 - 01.03.2016

Список предложений

+ Добавить Для группировки по колонке переместите сюда ее заголовок

Кол-во: 15 Найдено записей: 3 Страницы: 1

Предложение		
Предложение 1		✗
Мой предложение		✗
Супер предложение		✗

Завершить сбор

Рисунок 3.12 - Корректировка списка предложений

3.5.6. Отбор скважин-кандидатов для ГТМ

Данный бизнес-процесс является ключевым в ИС, именно здесь реализованы основные методы и методики выбора скважин кандидатов. BPMN-диаграмма бизнес-процесса показана на рис. 3.13. Основой для её составления является одноимённый процесс (рис. 1.3.).

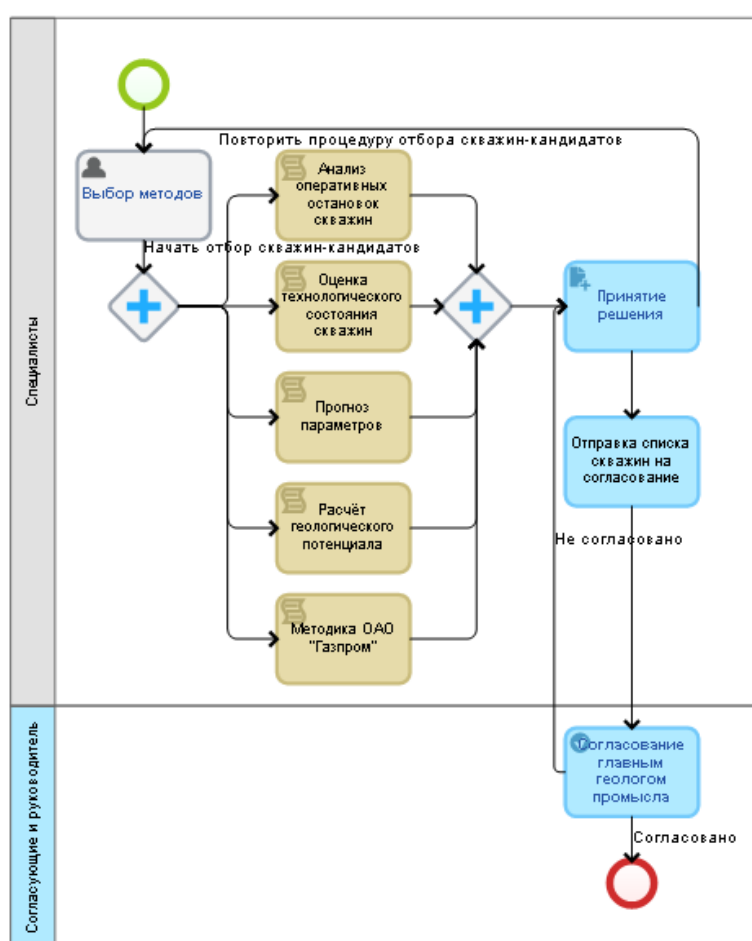


Рисунок 3.13 - BPMN-диаграмма БП «Отбор скважин-кандидатов для ГТМ»

Из диаграммы следует, что специалист сначала может выбрать методы отбора скважин-кандидатов для ГТМ (рис. 3.14), а затем запустить его для собственно выбора скважин. Каждый метод реализуется в виде отдельного простого сервиса.

Рисунок 3.14 – Выбор месторождений и методов для отбора скважин-кандидатов

После нажатия на кнопку «Начать отбор скважин-кандидатов» появится информация о ходе выполнения методов, вычислительные операции могут занять достаточно большой промежуток времени. После завершения работы методов выбора скважин-кандидатов на экране появляется информация, сгруппированная и отсортированная по месторождениям, с указанием куста, скважины-кандидата для ГТМ, её состояния и причины попадания в список скважин-кандидатов.

Если результат не устроит специалиста, то он может откорректировать результат или вернуться на предыдущий шаг для использования других методов.

Принятие решения

Настоящий исполнитель. Евсютин Иван Викторович

> Информация о процессе

Главная страница История

Скважины-кандидаты

+ Добавить ^ Месторождение x

Месторождение ^	Куст	Скважина	Техническое состояние	Причина попадания в список	
▼ Месторождение: Арчинское месторождение					
Арчинское месторождение	1	Скважина2	Активная	Значение вектора изменения базовой добычи нефти от измене ния добычи жидкости находится в недопустимых пределах	
Арчинское месторождение	2	Скважина4	Активная	Высокая плотность запасов	
Арчинское месторождение	1	Скважина3	Активная	Значение текущей обводнённости все допустимых пределов	
▼ Месторождение: Игло-Таловское месторождение					
Игло-Таловское месторождение	5	Скважина4	Активная	Высокий уровень снижения пластового давления за 6 месяцев	
▼ Месторождение: Мыржинское					
Мыржинское	1	Скважина1	Активная	Высокий уровень снижения пластового давления за 6 месяцев	
Мыржинское	3	Скважина3	Активная	d. Снижение потенциального прироста при максимальном за историю наблюдении уровня дебита	

Рисунок 3.15 – Список скважин-кандидатов для ГТМ после применения метода анализа трендов технологических параметров

Если результат устраивает специалиста, то он отправляет получившийся список скважин-кандидатов для ГТМ на согласование заинтересованным лицам (рис. 3.16).

Отправка списка скважин на согласование

Настоящий исполнитель. Евсютин Иван Викторович

> Информация о процессе

Отправка на согласование Документ (открыть в новом окне) История

Тема * Список скважин-кандидатов на 28.05.2016 17:10

Кому *

Главный Г. Руководители

Срок согласования * 31.05.2016 ☒ Указать время завершения 17:00

Тип согласования Параллельное

Если один из согласующих отказал в согласовании документа Продолжить согласование

Версии документов *

Список скважин-кандидатов на 28.05.2016 17:10

Список скважин-кандидатов на 28.05.2016 17:10
(№1, Евсютин Иван Викторович, 28.05.2016 17:10:03)

Список скважин-кандидатов Список скважин-кандидатов на 28.05.2016 17:10

> Дополнительно

-> Согласование главным геологом промысла

Рисунок 3.16 – Отправка списка скважин-кандидатов для ГТМ на согласование заинтересованным лицам

Все лица, получившие задачу на согласование списка скважин-кандидатов, имеют возможность просмотреть его, а затем решить, согласовать его или отказать (рис. 3.17). При этом есть возможность оставить свой комментарий, который будет отправлен специалисту.

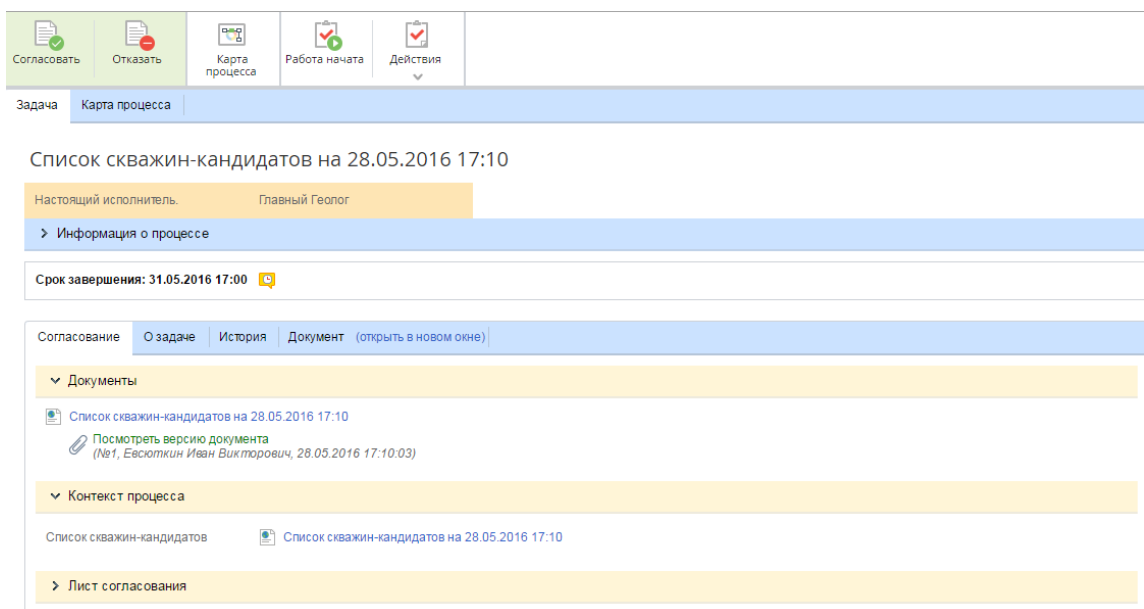


Рисунок 3.17 – Согласование списка скважин-кандидатов для ГТМ

3.5.4. Планирование работы бригад КРС

Реализация функциональности планирования работы бригад КРС имеет в основе одноимённый бизнес-процесс, детализация которого показана на рис. 1.6.

Для планирования используется пользовательский интерфейс в среде ELMA. Процесс планирования проходит ежемесячно в специальной таблице, реализованной для каждой активной бригады (рис. 3.18).

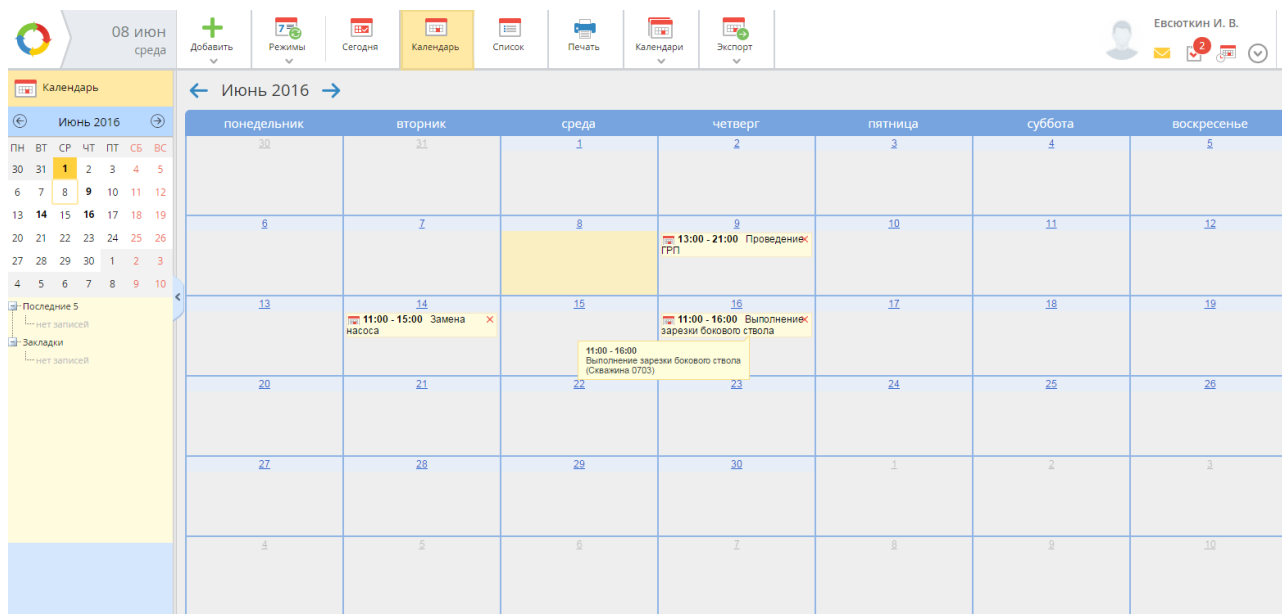


Рисунок 3.18 – Планирование работы бригад КРС

Работы бригад могут быть представлены в режиме месяца, дня, недели в виде списка или таблицы календаря, куда заносятся все согласованные результаты по выбору скважин-кандидатов и ГТМ из журнала работ. Помимо этого работы для бригады могут быть добавлены ручным способом, для этого необходимо перейти в интересующий день месяца и выбрать временной интервал, после чего для вида работ можно указать все желаемые параметры (рис. 3.20).

Создать задачу

Тема *

Проведение ГРП на Скважине 0711

Исполнитель *

Бригада №.

Дата начала *

16.06.2016

Указать время начала

10:30

Дата завершения *

16.06.2016

Указать время завершения

15:00

Приоритет

Средний

Категория

Описание

Прикрепленные файлы

Загрузить файлы

(не более 1000 МБ)

Вы можете загрузить файл, перетаскив его мышкой в данную область

Прикрепленные документы

Список скважин-кандидатов на 28.05.2016 17:10

Рисунок 3.19 – Ручное добавление задачи для бригады КРС

Данные графики работ могут быть оптимизированы вручную в приведённом интерфейсе. Также может использоваться и автоматическая оптимизация по критерию минимизации суммарного времени простоя скважины и отсутствия конфликтных ситуаций, таких как задействование одной и той же бригады сразу в двух и более местах или несовместимость конкретных видов работ (ГТМ или исследований) одновременно на одной скважине. Для этого необходимо запустить соответствующий БП в главном интерфейсе системы (рис. 3.2).

3.6. Тестирование ИС

3.6.1. Методики тестирования ИС

В ходе реализации проводились различные тесты ИС на основе реальных данных автоматизированного рабочего места промыслового геолога в составе корпоративной геоинформационной системы «Томскгазпром». В качестве основного вида тестирования было выбрано функциональное тестирование, так как функциональные возможности системы наиболее важны.

При добавлении каждой новой функциональной возможности (например, новый бизнес-процесс) производилось регрессионное тестирование, то есть повторное тестирование всей системы. Такой способ достаточно трудоёмок, но оправдан, ведь зачастую взаимовлияние частей друг на друга велико, и обнаруженная ошибка в новом коде иногда помогала найти ошибки в уже оттестированном участке.

Тесты также проводились и до полной реализации конкретной функциональной возможности. Для этой цели был составлен ряд дымовых тестов, необходимых для проверки, не приводят ли внесённые изменения к краху системы.

Основным методом тестирования был метод классов эквивалентности и граничных условий. Там, где не удавалось найти ошибку средствами среды разработки, приходилось прибегать к методу инспекции кода, то есть анализу исходного текста программы без запуска (только на уровне модулей).

Важным при тестировании была процедура верификации, то есть проверка, выполняет ли ИС то, что требуется в ТЗ на создание ИС.

Проведённое тестирование и отладка системы на основе реальных данных позволило подготовить ИС к опытной эксплуатации в «Центре нефтегазовых технологий» г. Томска.

3.6.2. Используемые программные средства для тестирования

Внутри среды ELMA есть встроенные средства тестирования и отладки бизнес-процессов в пошаговом режиме. В нормальном режиме выполнения задачи бизнес-процесса выполняются ролями, заранее определёнными дорожками BPMN нотации (например, производственными подразделениями), а контекстные переменные формируются в процессе выполнения. Режим отладки же позволяет сразу задать значения контекстных переменных при необходимости, а все задачи бизнес-процесса выполняются исключительно одним человеком – тестером, что существенно сокращает время, затрачиваемое на процедуру авторизации для других пользователей.

Стоит отметить, что режим отладки бизнес-процессов запустится только при условии верно составленной диаграммы, а также отсутствии ошибок в используемых скриптах, которые выполняют действия для работы с данными или используют внешние системы и веб-сервисы.

При наличии ошибок среда ELMA выделяет красной рамкой элемент диаграммы или указывает на строку с ошибкой в программном коде, оставляя комментарий. Однако средства отладки кода в ELMA не очень хорошо проработаны, поэтому среда разработки даёт возможность запуска встроенного «Sharp developer» для дальнейшего использования или предлагает использовать среду Microsoft Visual Studio, где и проходила основная работа по отладке программного кода на языке C#.

Если ошибка есть внутри используемого внешнего веб-сервиса, то ELMA не сможет это отследить. Поэтому для отдельных веб-сервисов использовались внутренние средства среды разработки для тестирования.

В Microsoft Visual Studio (2012) используется встроенный пошаговый отладчик, а также разработанные до их реализации модульные тесты, что позволяло постоянно контролировать корректность выполняемых функций.

Для веб-сервисов, написанных на Node.JS были использованы такие средства тестирования, как:

- отладка в командной строке («node debug»);
- отладка в среде разработки браузеров Opera и Chrome («node --debug») при помощи утилиты node inspector с возможностью пошаговой отладки;
- отладка под IDE «WebStorm».

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ4А	И.В. Евсюткин

Институт	ИК	Кафедра	ВТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Информационные системы и технологии

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования.
2. Разработка устава научно-технического проекта	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ.
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение оценки экономической эффективности разработки информационной системы для управления геолого-техническими мероприятиями на фонде нефтяных и газовых скважин.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НТИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	И.С. Антонова	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ4А	И.В. Евсюткин		

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Разрабатываемая информационная система для управления геолого-техническими мероприятиями нацелена на рынок российских предприятий нефтегазодобывающей отрасли, имеющих в своём ведении фонд скважин, и в первую очередь это ОАО «Газпром».

В перспективе целевой рынок будет расширен другими компаниями России и заграницы, среди которых:




- ОАО НК «Роснефть»
- ОАО «Томскнефть»
- Нефтяная компания «Северное сияние»

Сегментировать рынок услуг по разработке информационной системы можно по следующим двум наиболее значимым критериям: архитектура системы и размер нефтегазодобывающего предприятия.

Таблица 4.1 – Карта сегментирования услуг по разработки ИС для различных

		Архитектура ИС		
		Корпоративная система	Клиент-серверная	Сервис-ориентированная
Размер организации	Крупные	Голубой	Жёлтый	
	Средние	Зелёный	Жёлтый	
	Мелкие	Зелёный		

В таблице указаны следующие организации:

- «Halliburton» и «Baker Hughes» (жёлтый) 
- «Schlumberger» (голубой) 
- «АРМ ПГ 3 очереди» (зелёный) 

Таким образом, планируется занять свободный сегмент рынка, основанный на сервис-ориентированной архитектуре, а также проводить конкурентную стратегию по внедрению ИС в крупные и средние научные организации в области промысловой геологии, которые на данный момент

пользуются продуктами «Schlumberger», «Halliburton», «Baker Hughes» и «АРМ ПГ 3 очереди».

4.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Произведем анализ конкурентоспособности разработки с помощью оценочной карты. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки.

На рынке информационных систем в области промысловой геологии можно выделить два основных крупных конкурента. Это две системы – «АРМ ПГ 3 очереди» и информационная система Halliburton. Таким образом, оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений будет составлена для трех систем.

В таблице 4.2.1, приведённая ниже, *Бф* – информационная система для управления геолого-техническими мероприятиями на фонде нефтяных и газовых скважин, *Бк1* – информационная система «Halliburton», *Бк2* – «АРМ ПГ 3 очереди».

Таблица 4.2.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0.1	4	5	3	0.4	0.5	0.3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.1	5	2	4	0.5	0.2	0.4
3. Надежность	0.05	4	5	4	0.2	0.25	0.2
4. Потребность в ресурсах памяти	0.01	5	1	3	0.5	0.1	0.3
5. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0.05	5	5	3	0.25	0.25	0.15

6. Расширяемость	0.2	5	3	1	1	0.6	0.2
7. Качество интеллектуального интерфейса	0.05	4	4	2	0.2	0.2	0.1
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0.09	2	5	3	0.18	0.45	0.27
2. Уровень проникновения на рынок	0.05	1	5	2	0.05	0.25	0.1
3. Цена	0.1	5	0	2	0.5	0	0.2
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0.05	5	5	4	0.25	0.25	0.2
5. Финансирование научной разработки	0.1	1	4	3	0.1	0.4	0.3
6. Срок выхода на рынок	0.05	4	5	5	0.2	0.25	0.25
Итого:	1	50	49	39	4.33	3.7	2.97

Анализ оценочной карты показал, что наивысший уровень конкурентоспособности (4.33 единицы) принадлежит информационной системе для управления геолого-техническими мероприятиями на фонде нефтяных и газовых скважин, так как система обладает наибольшей расширяемостью, наиболее удобна в использовании, наименее требовательна к ресурсам памяти. В отличие от систем-конкурентов, разрабатываемая ИС позволяет с наименьшими усилиями интегрировать разнородные информационные системы, уже существующие на нефтегазовом предприятии, за счёт использования сервис-ориентированной архитектуры, автоматизирует процесс сбора и обработки данных. В системе реализованы все возможные методы выбора скважин-кандидатов, в то время как остальные системы реализуют только один-два таких метода. Все вышеуказанные возможности системы делают её наиболее конкурентоспособной по сравнению с конкурентами.

Система Halliburton также обладает высокой конкурентоспособностью, однако она уступает вышеуказанной системе из-за высокой цены и высоким требованиям к ресурсам памяти, а также низкой способностью к расширяемости. Данная система является коммерческой и разрабатывалась группой специализированных разработчиков. Функциональные возможности продукта достаточно широкие и применяются статистические методы отбора скважин-кандидатов. Однако из-за обилия дополнительных функциональных

возможностей цена системы очень высока, что доступно не всем компаниям, а интерфейс системы перегружен элементами управления.

«АРМ ПГ 3 очереди» имеет самую низкую среди всех конкурентоспособность. Это связано с тем, что продукт разрабатывался группой программистов ТПУ и обладает очень ограниченным набором функциональных возможностей для отбора скважин-кандидатов. Отличительной особенностью этого продукта является проработанная функциональность для планирования и оперативный сбор данных для месторождений ОАО «Газпром». Однако отсутствует возможность расширять систему при появлении новых функциональных возможностей или новых источников данных.

Таким образом, конкурентоспособность разрабатываемой ИС достигнута благодаря следующим показателям:

- удобство использования системы;
- низкая потребность в использовании ресурсов памяти;
- широкие функциональные возможности для решения прикладных задач промысловой геологии;
- использование сервис-ориентированной архитектуры для простоты интеграции с другими системами;
- низкая цена.

4.3 FAST-анализ

Стадия 1. Объект FAST-анализа является информационная система для управления геолого-технических мероприятий на фонде нефтяных и газовых скважин.

Стадия 2.

Таблица 4.3.1 – Классификация функций, выполняемых ИС

Название подсистемы ИС	Выполняемые функции	Ранг функции		
		Главная	Основная	Вспомогательная
Актуализация данных	Ф1. Заполнение классификаторов			X

	Ф2. Сбор предложений от подразделений		X	
	Ф3. Получение паспортных данных скважин и продуктивных пластов		X	
Отбор скважин-кандидатов	Ф4. Применение общих методов	X		
	Ф5. Применение специализированных методов		X	
	Ф6. Поддержка принятия решения геологу	X		
Выбор ГТМ	Ф7. Выбор ГТМ для скважин-кандидатов	X		
	Ф8. Согласование списков работ на скважинах			X
Оценка технологической и экономической эффективности	Ф9. Вычисление показателей инвестиционного проекта			X
	Ф10. Вычисление показателей технологической эффективности			X
	Ф11. Уточнение списков работ на скважинах		X	
Планирование работы бригад КРС	Ф12. Формирование оперативного плана-графика			X
	Ф13. Оптимизация работ на скважинах			X

Из таблицы видно, что главными подсистемами являются отбор скважин-кандидатов и выбор ГТМ.

Стадия 3.

Для оценки значимости функций использован метод расстановки приоритетов. В основу данного метода положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции.

На первом этапе построена матрица смежности функций.

Таблица 4.3.2 – Матрица смежности

	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6	Ф7	Ф8	Ф9	Ф10	Ф11	Ф12	Ф13
Ф1	=	<	<	<	<	<	<	=	<	<	<	<	=

Ф2	>	=	=	<	<	<	<	>	>	>	>	>	>
Ф3	>	=	=	<	<	<	<	>	>	>	>	>	>
Ф4	>	>	>	=	>	=	=	>	>	>	>	>	>
Ф5	>	>	>	<	=	<	<	>	>	>	>	>	>
Ф6	>	>	>	=	>	=	=	>	>	>	>	>	>
Ф7	>	>	>	=	>	=	=	>	>	>	>	>	>
Ф8	=	<	<	<	<	<	<	=	<	<	<	<	<
Ф9	>	<	<	<	<	<	<	>	=	=	<	>	>
Ф10	>	<	<	<	<	<	<	>	=	=	<	>	>
Ф11	>	<	<	<	<	<	<	>	>	>	=	>	>
Ф12	>	<	<	<	<	<	<	>	<	<	<	=	=
Ф13	=	<	<	<	<	<	<	>	<	<	<	=	=

Примечание: «<» – менее значимая; «=» – одинаковые функции по значимости; «>» – более значимая.

Стадия 4.

Выполнено преобразование матрицы смежности в матрицу количественных соотношений функций.

Таблица 4.3.3 – Матрица количественных соотношений функций

	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5	Ф6	Ф7	Ф8	Ф9	Ф10	Ф11	Ф12	Ф13	Σ	k
Ф1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1	8	0.05
Ф2	1.5	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	14.5	0.09
Ф3	1.5	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	14.5	0.09
Ф4	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	18	0.10
Ф5	1.5	1.5	1.5	0.5	1	0.5	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	16	0.09
Ф6	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	18	0.10
Ф7	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	18	0.10
Ф8	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	7.5	0.04
Ф9	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	1	1	0.5	1.5	1.5	11.5	0.07
Ф10	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	1	1	0.5	1.5	1.5	11.5	0.07
Ф11	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1.5	13	0.08
Ф12	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	1	1	9.5	0.06
Ф13	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	1	1	9	0.06
Итого (общая сумма):														169	1

Примечание: 0,5 при «<»; 1,5 при «>»; 1 при «=», k – коэффициент относительной значимости функции.

Из таблицы видно, что наиболее значимыми функциями являются Ф2, Ф3, Ф4, Ф5, Ф6, Ф7. Остальные являются менее значимыми функциями.

Стадия 4. Анализ стоимости функций, выполняемых ИС.

Таблица 4.3.4 – Определение стоимости функций, выполняемых ИС

Название подсистемы ИС	Выполняемые функции	Показатели				
		Трудоемкость функции, нормо-ч	Стоимость функции, руб.	Зарплата, руб. (100 руб. час)	Себестоимость, руб.	k
Актуализация данных	Ф1. Заполнение классификаторов	10	1000	1000	2000	0.023
	Ф2. Сбор предложений от подразделений	40	4000	4000	8000	0.092
	Ф3. Получение паспортных данных скважин и продуктивных пластов	40	4000	4000	8000	0.092
Отбор скважин-кандидатов	Ф4. Применение общих методов	60	6000	6000	12000	0.138
	Ф5. Применение специализированных методов	50	5000	5000	10000	0.116
	Ф6. Поддержка принятия решения геологу	60	6000	6000	12000	0.138
Выбор ГТМ	Ф7. Выбор ГТМ для скважин-кандидатов	60	6000	6000	12000	0.138
	Ф8. Согласование списков работ на скважинах	10	1000	1000	2000	0.023
Оценка технологической и экономической эффективности	Ф9. Вычисление показателей инвестиционного проекта	20	2000	2000	4000	0.046
	Ф10. Вычисление показателей технологической	25	2500	2500	5000	0.057

	эффективности					
	Ф11. Уточнение списков работ на скважинах	35	3500	3500	7000	0.080
Планирование работы бригад КРС	Ф12. Формирование оперативного плана-графика	20	2000	2000	3000	0.034
Актуализация данных Отбор скважин-кандидатов	Ф13. Оптимизация работ на скважинах	10	1000	1000	2000	0.023
Итого (Общая себестоимость функций):					87000	1

Примечание: к – коэффициент относительных затрат на функцию.

Из таблицы видно, что наиболее трудозатратные получились функции Ф4, Ф5, Ф6, Ф7.

Стадия 4.

Построена функционально-стоимостная диаграмма (рис. 4.3.1).

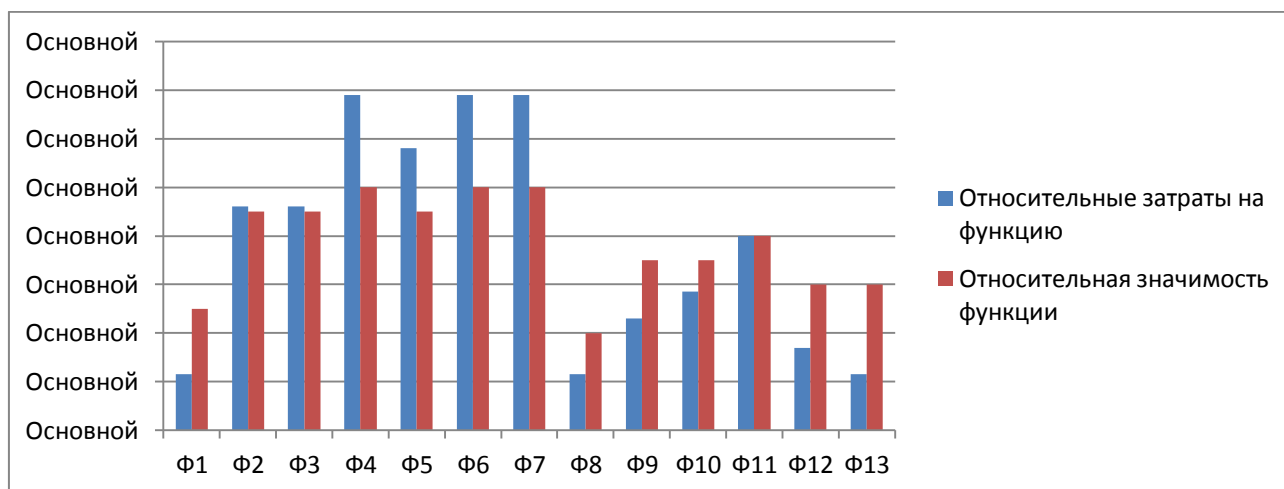


Рисунок 4.3.1 – Функционально-стоимостная диаграмма

Построенная функционально-стоимостная диаграмма позволяет выявить диспропорции между важностью (полезностью) функций и затратами на них.

Анализ приведенной выше ФСД показывает явное наличие рассогласования по функциям 1, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13. Необходимо провести работы по ликвидации данных диспропорций, которые описаны на стадии 6.

Стадия 6. Оптимизация функций, выполняемых ИС.

Предлагается сэкономить затраты на реализацию функций ИС путём следующих решений:

- Использование готовых программных платформ для сервисной шины предприятия и BPM-системы.
- Повторное использование кода в процессе разработки за счёт использования шаблонов.
- Использование автоматизированных инструментов для создания пользовательских интерфейсов и BPMN-диаграмм.
- Использовать готовые компоненты или библиотеки для реализации типовых функций.
- Использование методов тестирования во время разработки.

4.4 SWOT- анализ

Для проведения комплексного анализа информационной системы была составлена матрица SWOT, которая представлена в таблице 4.4.1.

Таблица 4.4.1 – SWOT-матрица

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Использование различных обменных форматов данных (XML и JSON); С2. Реализация всех существующих на данный момент методов отбора скважин-кандидатов и ГТМ для них; С3. Дружественный интерфейс пользователя с возможностью его гибкой настройки; С4. Реализация полного перечня задач для управления ГТМ; С5. Настройка многопользовательского режима для работы с системой; С6. Возможность лёгкой интеграции со всеми уже существующими на предприятии системами; С7. Масштабируемость функциональности; С8. Наличие контроля корректности и целостности данных.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Использование бесплатной БД с ограниченной функциональностью (FireBird); Сл2. Возможность экспорта данных только в формате Excel; Сл3. Слабая политика безопасности системы; Сл4. Не проработаны конфликтные ситуации при обращении к системе нескольких пользователей; Сл5. Высокие требования к квалификации геолога, использующего систему; Сл6. Сложность работы с реестром сервисов. Сл7. Низкий уровень проникновения на рынок.
Возможности: В1. Расширение целевого рынка. В2. Появление дополнительного спроса на продукт. В3. Снижение стоимости комплектующих деталей.	Возможности позволят усилить сильные стороны продукта. Выход на рынки других регионов позволит получить дополнительные средства и расширить функциональные возможности системы.	Использование платных версий ВРМ-систем и баз данных позволит устранить слабые стороны, которые касаются работы с данными и безопасностью. Исчерпывающая документация поможет геологу овладеть системой и научиться работать с реестром сервисов.
Угрозы: У1. Относительно высокая стоимость коммерческих лицензионных программных продуктов (ELMA-BPM, MS SQL); У2. Расширение функциональной мощности у конкурентов; У3. Отсутствие в устаревших системах предприятия интерфейсов для взаимодействия; У4. Введение дополнительных требований к сертификации продукции;	Самые опасные угрозы, которые могут негативно повлиять на будущее ИС, являются высокая стоимость коммерческих продуктов, несвоевременное финансовое обеспечение со стороны ОАО «Газпром» и отсутствие достаточного опыта и знаний у разработчика для разработки крупной и продвинутой ИС. В результате такие угрозы могут сделать сильные стороны ИС слабыми, если не использовать новые технологии и не расширять функционал системы. Кроме того, сжатые сроки реализации системы также могут негативно повлиять на разработку ИС.	Отсутствие спроса ещё больше усугубит низкий уровень проникновения на рынок. При большой конкуренции квалифицированных кадров для работы с научной разработкой будет меньше. Функциональность конкурентных решений при её расширении может стать более привлекательным.

В таблицах 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4 и 4.4.5 представлены промежуточные интерактивные матрицы проекта. На основании данных матриц были занесены результаты анализа в вышеуказанную таблицу 4.4.1.

Таблица 4.4.2 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны проекта									
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	B1	+	0	+	-	+	+	-	-
	B2	-	-	-	+	+	+	-	0
	B3	0	+	+	-	+	-	-	0
	B4	-	-	+	-	+	0	-	-
	B5	-	+	+	-	+	0	-	+
	B6	+	+	+	-	+	+	+	0

Таблица 4.4.3 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны проекта								
Возможности проекта		Сл.1	Сл.2	Сл.3	Сл.4	Сл.5	Сл.6	Сл.7
	B1	+	-	-	-	+	-	-
	B2	-	+	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	+	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-	+	-
	B5	-	-	-	-	-	-	+
	B6	-	-	+	-	+	-	-

Таблица 4.4.4 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны проекта									
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	У1	+	+	+	+	+	+	+	+
	У2	-	+	+	+	+	+	-	-
	У3	+	+	+	+	+	+	+	+
	У4	-	+	+	+	+	+	+	-

Таблица 4.4.5 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны проекта								
Угрозы проекта		Сл.1	Сл.2	Сл.3	Сл.4	Сл.5	Сл.6	Сл.7
	У1	-	+	+	+	+	+	+
	У2	-	+	+	+	+	+	-
	У3	+	+	+	+	+	+	+
	У4	-	+	+	-	+	-	-

Проведенный SWOT-анализ показал, что к сильным сторонам ИС относится реализация всех существующих методов отбора скважин-кандидатов и ГТМ, реализация всех задач управления ГТМ, возможность лёгкой интеграции со всеми уже существующими на предприятии системами, масштабируемость функциональности. К слабым сторонам ИС можно отнести ограниченные возможности выбранной БД, слабую проработанность

безопасности системы и конфликтных ситуаций при работе с системой нескольких пользователей.

Были рассмотрены возможности для подчёркивания сильных сторон, а также устранения слабых сторон и угроз.

4.5 Коммерциализация ИС

4.5.1 Оценка готовности проекта к коммерциализации

В таблице 4.5.1 приведены показатели о степени проработанности ИС с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

Таблица 4.5.1 – Бланк оценки степени готовности ИС к коммерциализации

№	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	5	5
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	4
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и	4	4

	выхода на зарубежный рынок		
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	5	5
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	5
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
15	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	Итого:	68	68

Полученные результаты показывают, что перспективность коммерциализации является достаточно высокой, следовательно, ИС готова к коммерциализации. Однако разработчику ИС необходимо более тщательно рассмотреть пути продвижения научной разработки на рынок.

4.5.2 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

В качестве метода коммерциализации ИС выбрана торговля лицензиями ИС. Организационно-правовая форма фирмы, которая будет продавать лицензии ИС, – ИП. Для торговли лицензий требуется достаточно одного сотрудника. Выбрана упрощенная система налогообложения «доходы минус расходы» по ставке 15%.

4.6 Инициация проекта

Приведена информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей (табл. 4.6).

Таблица 4.6.1 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ОАО «Газпром»	Ожидают использование ИС для решения прикладных задач для управления ГТМ.
Кафедра ВТ	Ожидает выполнение показателей кафедры посредством публикационной активности полученных результатов

	магистерской диссертации.
ТПУ	Поднятие рейтинга университета благодаря публикационной активности полученных результатов магистерской диссертации.
Магистрант и научный руководитель	Получение акта о внедрение программы, написание публикаций, участие в конференциях для демонстрации полученных результатов, успешная защита магистерской диссертации.

Таблица 4.6.2 – Цель и результат проекта

Цель проекта:	Разработка информационной системы для управления геолого-техническими мероприятиями на фонде нефтяных и газовых скважин
Ожидаемые результаты проекта:	1. Внедрение ИС в информационные подразделения ОАО «Газпром» 2. Успешная защита магистерской диссертации 3. Опубликование результатов разработки в научных журналах 4. Демонстрация результатов разработки на конференциях, конкурсах
Критерии приемки результата проекта:	Тестирование ИС на стороне Заказчика. Приемка осуществляется с требованиями технического задания.
Требования к результату проекта:	Требование:
	1. Должно быть разработано техническое задание по системе
	2. Должны быть разработаны проектные решения БД, архитектуры и пользовательских интерфейсов
	3. Должна быть разработана ИС с пятью подсистемами: актуализация данных, отбор скважин-кандидатов, выбор ГТМ, оценка экономической и технологической эффективности, планирование работы бригад КРС.
	4. В ИС должны быть интегрированы с системы ОАО «Газпром».

Таблица 4.6.3 – Рабочая группа проекта

№	ФИО, место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудовые затраты, час.
1	Евсюткин Иван Викторович, ТПУ, магистрант	Исполнитель по проекту	Анализ требований, проектирование, программная реализация проекта, тестирование и документирование	1 300
2	Марков Николай Григорьевич, ТПУ, зав. Каф. ВТ, профессор	Руководитель проекта	Экспертная консультационная помощь, координация действий в процессе выполнения проекта	700
Итого:				2 000

Таблица 4.6.4 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/допущения
Бюджет проекта	631 000
Источник финансирования	Собственные средства частного инвестора (ОАО «Газпром»)

Сроки проекта	01.09.2014 – 6.06.2016
---------------	------------------------

4.7 Планирование управления научно-техническим проектом

Иерархическая структура работ – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. Построена ИСР для разработки ИС для управления ГТМ на фонде скважин (рис. 4.7.1).

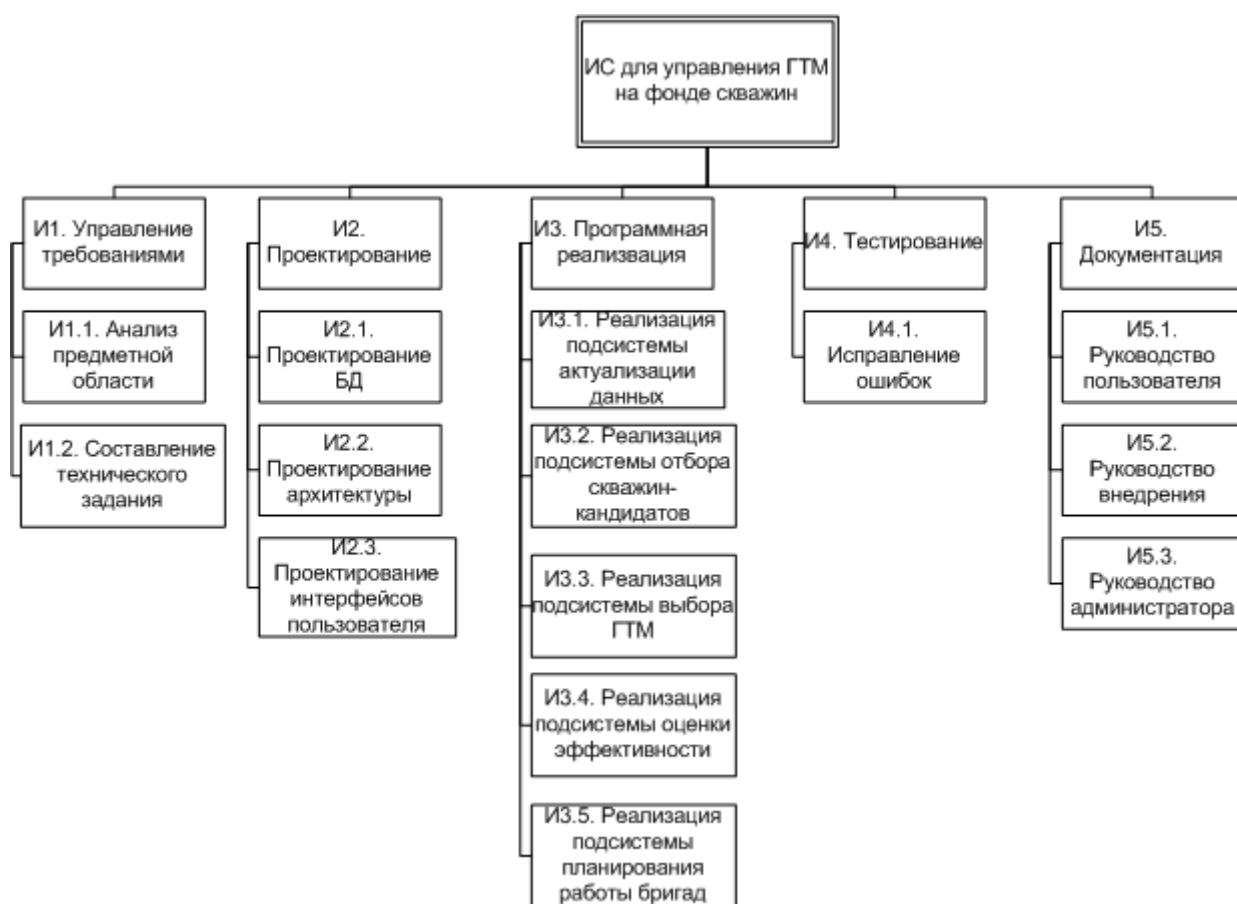


Рисунок 4.7.1 – ИСР разрабатываемой ИС

Определены ключевые события проекта по разработке ИС (табл. 4.7.1).

Таблица 4.7.1 – Контрольные события проекта

№	Контрольное событие	Даты	Результат
1	Анализ предметной области	01.09.2014 – 01.11.2014	Описание комплексов задач и алгоритмов области промышленной геологии
2	Составление технического	01.11.2014 –	Согласованное ТЗ

	задания	01.02.2015	
3	Проектирование БД	01.02.2015 – 01.04.2015	Проект БД
4	Проектирование архитектуры	01.04.2015 – 01.06.2015	Обоснование выбора и диаграмма архитектуры системы
5	Проектирование интерфейсов пользователя	01.06.2015 – 01.08.2015	Эскизы интерфейсов пользователя
6	Реализация подсистемы актуализации данных	01.08.2015 – 01.09.2015	Реализованная подсистема
7	Реализация подсистемы отбора скважин-кандидатов	01.09.2015 – 01.10.2015	Реализованная подсистема
8	Реализация подсистемы выбора ГТМ	01.10.2015 – 01.11.2015	Реализованная подсистема
9	Реализация подсистемы оценки эффективности	01.11.2015 – 01.12.2015	Реализованная подсистема
10	Реализация подсистемы планирования работы бригад	01.12.2015 – 01.01.2016	Реализованная подсистема
11	Исправление ошибок	01.01.2016 – 01.03.2016	Протестированное программное обеспечение
12	Руководство пользователя	01.03.2016 – 01.04.2016	Составленный документ
13	Руководство внедрения	01.04.2016 – 01.05.2016	Составленный документ
14	Руководство администратора	01.05.2016 – 01.06.2016	Составленный документ
15	Оформление патента	01.06.2016 – 05.06.2016	Оформленный патент

Для построения диаграммы Ганта была заполнена таблица 4.7.2.

Используем опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- вероятностный.

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется вероятностный метод – метод двух оценок t_{min} и t_{max} .

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5}, \quad (4.7.1)$$

где t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 4.1 работ требуются специалисты:

- исполнитель;
- научный руководитель.

Для продажи лицензий потребуется один сотрудник – дистрибьютор лицензий.

Рассчитаем длительность этапов в рабочих днях, а затем переведем в календарные дни.

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{k_{вн}} * k_{д}, \quad (4.7.2)$$

где $t_{ож}$ – трудоемкость работы, чел/дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{вн} = 1$);

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{д} = 1.2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} * T_{к}, \quad (4.7.3)$$

где $T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{к}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_{к} = \frac{366}{366 - 119} = 1,48, \quad (4.7.4)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 366$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 105$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 14$).

Таблица 4.7.2 – Временные показатели для построения диаграммы Ганта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни						Длительность работ, чел/дн.			
								$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}		t_{max}		$t_{ож}$		НР	И	НР	И
		НР	И	НР	И	НР	И				

Анализ предметной области	НР, И	5	10	20	41	7	22.4	8.4	26.9	12,4	39.8
Составление технического задания	НР, И	7	15	30	61	16.2	33.4	19.4	40.1	28,7	59.3
Проектирование БД	НР, И	2	12	10	51	5.2	27.6	6.2	33.1	9,2	49
Проектирование архитектуры	НР, И	5	10	20	41	10	22.4	12	26.9	17,8	39.8
Проектирование интерфейсов пользователя	НР, И	2	12	10	51	5.2	27.6	6.2	33.1	9,2	49
Реализация подсистемы актуализации данных	И	-	7	-	30	-	16.2	-	19.4	-	28.7
Реализация подсистемы отбора скважин-кандидатов	И	-	7	-	31	-	16.6	-	19.9	-	29.4
Реализация подсистемы выбора ГТМ	И	-	7	-	30	-	16.2	-	19.4	-	28.7
Реализация подсистемы оценки эффективности	И	-	7	-	31	-	16.6	-	19.9	-	29.4
Реализация подсистемы планирования работы бригад	И	-	7	-	30	-	16.2	-	19.4	-	28.7
Исправление ошибок	И	-	15	-	61	-	33.4	-	40.1	-	59.3
Руководство пользователя	И	-	7	-	31	-	16.6	-	19.9	-	29.4
Руководство внедрения	И	-	7	-	30	-	16.2	-	19.4	-	28.7
Руководство администратора	И	-	7	-	31	-	18.8	-	22.6	-	33.4
Оформление патента	И	-	1	-	4	-	2.6	-	3.2	-	4
Итого:		21	131	90	554	43.6	300.3	52.2	360.4	77,2	185.29

На основании данных, приведённых в таблице 4.7.2, был сформирован календарный план-график проведения НИОКР, что представлено на рис. 4.7.2.

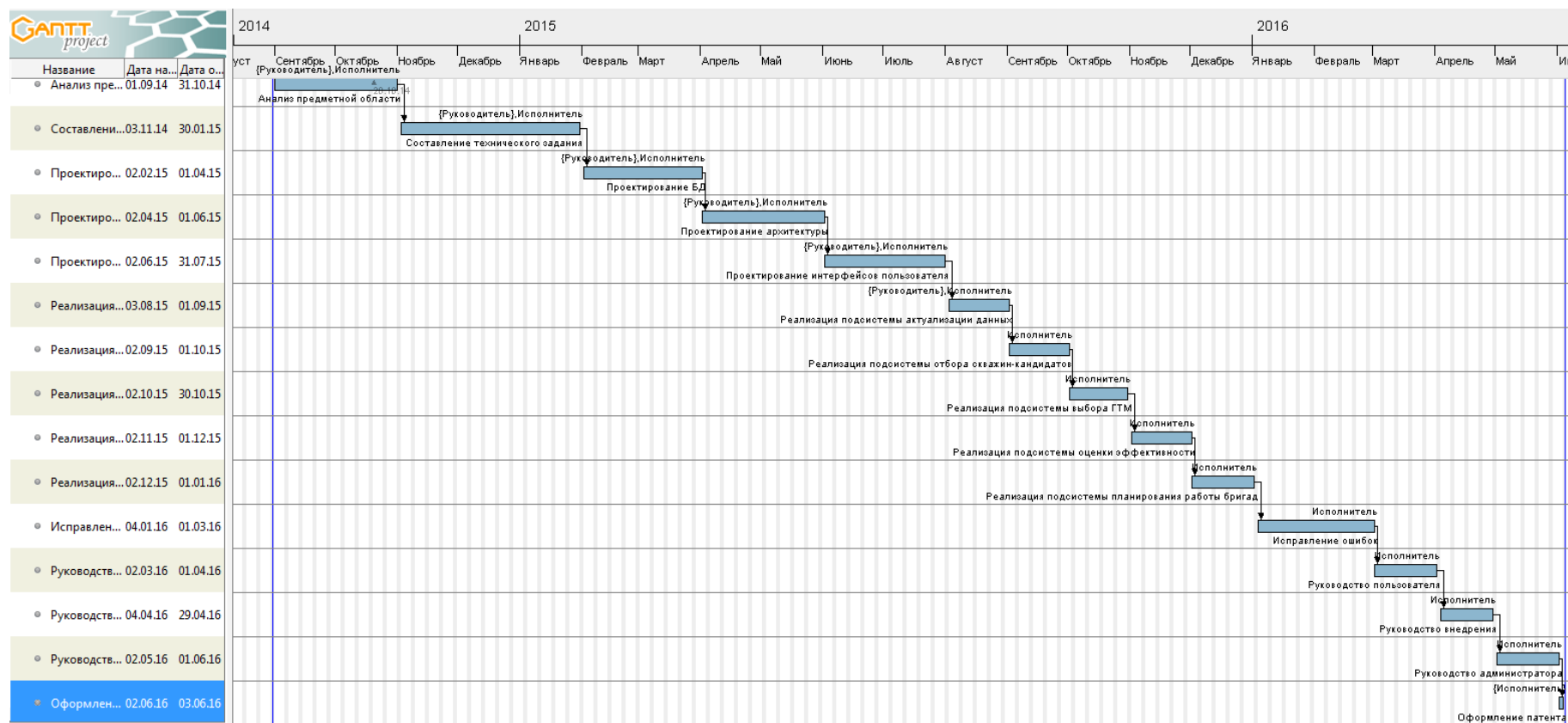


Рисунок 4.7.2 – Диаграмма Ганта

Из диаграммы видно, что наиболее длительным этапом является составление технического задания.

4.8 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

1. Материальные затраты НТИ;
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ;
3. Основная заработная плата исполнителей темы;
4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
5. Отчисления во внебюджетные фонды;
6. Затраты на научные и производственные командировки;
7. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
8. Прочие прямые расходы;
9. Накладные расходы.

В таблице 4.8.1 приведены материальные затраты, которые необходимы для разработки информационной системы.

Таблица 4.8.1 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.
Персональный компьютер	1	30 000
Итого:	3	30 000

4.8.1 Расчёт основной и дополнительной заработной платы исполнителей

Вычислим месячный должностной оклад работника. Для этого определен баланс рабочего времени за 2016 год в таблице 4.8.2.

Таблица 4.8.2 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель (НР)	Студент (И)
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней: - выходные дни - праздничные дни	119	119
Потери рабочего времени: - отпуск - невыходы по болезни	56	56
Действительный годовой фонд рабочего времени (часов)	1528	1528

В таблице 4.8.3 приведен базовый оклад НР и И.

Таблица 4.8.3 – Базовый оклад

Руководитель	34 595.56
Исполнитель	4 200

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}$$

где $З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное

мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

k_p – районный коэффициент, равный 1.3 (для Томска).

Таблица 4.8.4 – Месячный должностной оклад

Специалист	Базовый оклад	Районный коэффициент	Итого
Руководитель	34595.56	1,3	44974.23
Исполнитель	4200		5460

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб} \quad (4.8.3.1)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 24 раб. Дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;
- при отпуске в 48 раб. Дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дн.

Среднедневная зарплата (Руководитель) =
 $(44\,974.23 \cdot 10.4) / 191 = 2\,448.8$

$$\text{Среднедневная зарплата (Исполнитель)} = (5\,460 \cdot 10.4) / 191 = 297.3$$

Таблица 4.8.5 – Расчёт основной заработной платы

Исполнитель	Месячный Оклад, руб.	Среднедневная заработная плата, руб./дн.	Трудоемкость, раб. дн.	Основная заработная плата, руб.
Руководитель	44 974.23	2 448.8	53	129 786.4
Исполнитель	5 460	297.3	361	107 325.3
Итого:				237 111.7

В таблице 4.8.6 приведен расчёт дополнительной заработной платы для научного руководителя и студенты, которые участвуют в научном проекте.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (4.8.3.2)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15).

Таблица 4.8.6 – Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	129 786.4	0.15	19 467.96
Исполнитель	107 325.3		16 098.80
Итого:			35 566.76

4.8.2 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам

органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (4.8.3.3)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (30%).

В таблице 4.8.7 приведен расчёт заработной платы для научного руководителя и исполнителя, которые участвуют в научном проекте.

Таблица 4.8.7 – Расчёт отчислений во внебюджетные фонды

Исполнитель	Осн. ЗП	Доп. ЗП	к отчислений во внебюд. фонды	Внебюд. отчисления
Руководитель	129 786.4	19 467.96	0.3	44 776,31
Исполнитель	107 325.3	16 098.80		37 027,23
Итого:				81 803,53

4.8.3 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: затраты управленческого персонала (руководитель может непосредственно не принимать участие в разработке продукта, а только руководить процессом, тогда затраты на его заработную плату будут накладными расходами), аренда помещения, амортизация, услуги связи. При этом данные расходы берутся с учётом длительности выполнения проекта (12 месяце) Стоит отметить, что в данной работе руководитель принимает непосредственное участие, потому его заработную плату нельзя отнести к накладным расходам.

Их величина определяется по следующей формуле (табл. 4.8.8):

$$З_{накл} = [\text{Аренда помещения} + \text{амортизация} + \text{услуги связи} + \text{оформление патента}] \quad (4.8.4.1)$$

Амортизация рассчитывается линейным способом.

$A_j = H_a * F_n$, где H_a – норма амортизации, A_j – сумма амортизации за j -ый год, F_n – первоначальная стоимость объекта. Срок полезного использования компьютера составляет 3 года. $A = 30\,000/3 = 10\,000$ руб/год.

Таблица 4.8.8. Расчёт накладных расходов

Статья расходов	Стоимость за месяц (руб.)	Стоимость за год (руб.)
Аренда помещения	11 500	138 000
Оформление патента		6 000
Амортизация		10 000
Услуги связи	800	9 600
З_{накл}		163 600

К прочим затратам относятся канцелярия, краска в принтер, буфет (вода + кофе), подписки на среды разработки. Расчёт производится на год по формуле (табл. 4.8.9): $З_{\text{проч}} = \text{канцелярия} + \text{краска в принтер} + \text{буфет} + \text{подписка на лицензию среды разработки}$.

Таблица 4.8.9. - Расчёт прочих расходов

Статья расходов	Расходы за месяц (руб.)	Расходы за год (руб.)
Канцелярия	300	3600
Буфет	500	6000
Toad Data Modeler	-	37 200
ELMA-BPM	-	36 000
З_{проч}		82 800

В таблице 4.8.10 приведен расчёт бюджета затрат на научно-исследовательский проект. Бюджет затрат НТИ равен сумме статей 1-6.

Таблица 4.8.10 – Расчёт бюджета затрат на НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	30 000
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	237 111.7
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	35 566.76
4. Отчисления во внебюджетные фонды	81 803,53
5. Накладные расходы	163 600
6. Прочие затраты	82 800
Бюджет затрат НТИ	630 882

4.9 Организационная структура проекта

Таблица 4.9.1 – Выбор организационной структуры научного проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Низкая	Низкая
Технология проекта	Новая	Новая	Новая
Сложность проекта	Высокая	Низкая	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Высокая	Низкая	Высокая
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Средняя	Низкая	Высокая
Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Низкая	Низкая	Низкая

Проектная организационная структура по разработке ИС приведена на рисунке 4.9.1.

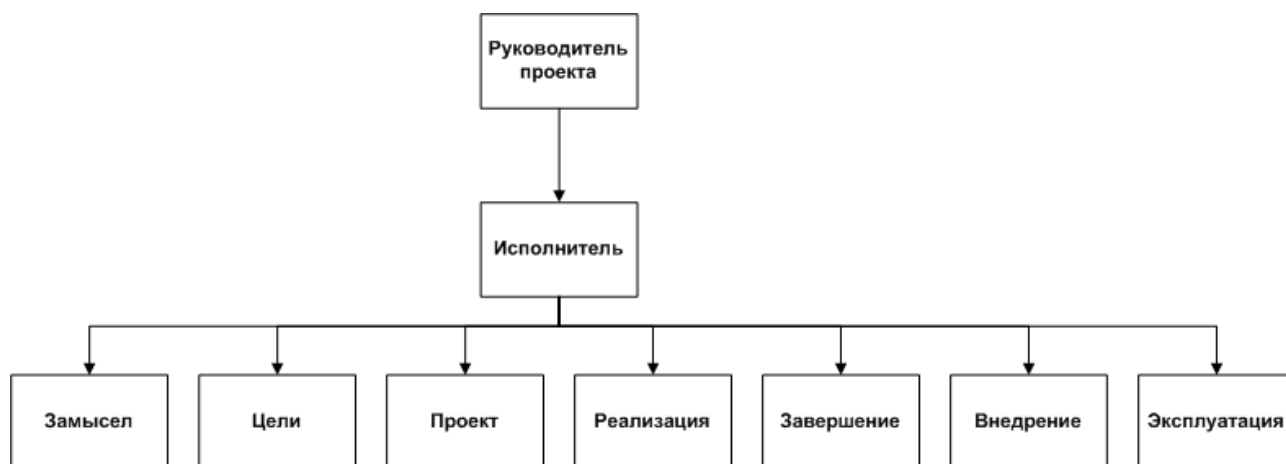


Рисунок 4.9.1 – Проектная организационная структура по разработке ИС

Проведена идентификация рисков, которая приведена в таблице 4.9.2.

Таблица 4.9.2 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
1	Неправильно выбрана архитектура системы	Неверная работа ИС	2	2	Низкий	Привлечение экспертов ландшафтной экологии	Самостоятельное проектирование без привлечения экспертов
2	Отсутствие средств для приобретения инструментов разработки ИС	Низкое качество ИС	4	4	Высокий	Использование триал-версий инструментов	Отсутствие финансовой поддержки со стороны Заказчика
3	Неправильно спроектированный пользовательский интерфейс	Неверная работа ИС, неудобный интерфейс	4	4	Высокий	Демонстрация графических эскизов пользовательского интерфейса Заказчику на протяжении всего проекта	Отсутствие согласования эскизов интерфейса с Заказчиком
4	Отсутствие обратной связи с Заказчиком	Неверно разработанная ИС	5	5	Высокий	Регулярные встречи, обсуждения	Несогласованность технического задания, непредвиденные обстоятельства со стороны Заказчика

Проведена оценка социальной эффективности проекта, которая приведена в табл. 4.9.3.

Таблица 4.9.3 – Критерии социальной эффективности проекта

ДО	ПОСЛЕ
Исходные данные хранятся и обрабатываются в разных системах и разными способами.	Оптимизация выполняемых функций работниками.
Геолог принимает решение только на основе своего опыта и интуиции.	Упрощение работы геолога, так как Система возьмёт на себя часть аналитических функций и будет оказывать поддержку принятия решения.
Невозможность изменять существующие системы.	Гибкое реагирование на появление новых методов выбора скважин и ГТМ, а также новых систем, которые с минимальными усилиями будут интегрироваться с разрабатываемой ИС.
Нет контроля за действиями сотрудников.	Наличие мониторинга деятельности сотрудников предприятия на производственном уровне.
Ведение оперативных планов в бумажном виде.	Оптимизация работы с планами и графиками работ бригад КРС.
Отсутствие многопользовательской работы с данными.	Многопользовательская работа с функциональностью системы одновременно несколькими сотрудниками.

4.10 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчёта интегрального показателя эффективности научного исследования. Для этого были рассчитаны следующие показатели: интегральный финансовый показатель, интегральный показатель ресурсоэффективности, показатель эффективности вариантов исполнения разработки.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для оценки финансовой эффективности разрабатываемой ИС взяты для сравнения стоимость проекта-аналога, система Halliburton (табл. 4.10.1).

Таблица 4.10.1 – Стоимости проектов для сравнения

Наименование проекта	Стоимость лицензии
1. ИС для управления геолого-техническими мероприятиями на фонде нефтяных и газовых скважин	400 000
2. Halliburton (аналог)	4 500 000 (~70 000 долларов)

$$\text{ИП1 (1)} = 400\,000 / 4\,500\,000 = 0.089.$$

$$\text{ИП2 (2)} = 1.$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах, либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах. Самый низкий интегральный финансовый показатель – у ИС для управления ГТМ на фонде нефтяных и газовых скважин.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{исп}i}$) определяется на основании интегрального показателя

ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр}}, \quad I_{исп2} = \frac{I_{р-исп2}}{I_{финр}} \quad \text{и т.д.}$$

Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (10)$$

Для расчёта интегрального показателя ресурсоэффективности была составлена таблица 4.10.2.

Таблица 4.10.2 – Сравнительная оценка характеристик аналогов ИС

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	1 (ИС)	2 (Halliburton)
1. Повышение производительности труда пользователя	0.1	4	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.1	5	2
3. Надежность	0.05	4	5
4. Потребность в ресурсах памяти	0.01	5	1
5. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0.05	5	5
6. Расширяемость	0.2	5	3
7. Качество интеллектуального интерфейса	0.05	4	4
8. Конкурентоспособность продукта	0.09	2	5
9. Уровень проникновения на рынок	0.05	1	5
10. Цена	0.1	5	0
11. Предполагаемый срок эксплуатации	0.05	5	5
12. Финансирование научной разработки	0.1	1	4
13. Срок выхода на рынок	0.05	4	5
ИТОГО	1	50	49

$$I_{p-исп1} = 0.1*5 + 0.1*5 + 0.05*4 + 0.1*5 + 0.1*5 + 0.1*5 + 0.01*3 + 0.09*5 + 0.05*5 + 0.1*3 + 0.05*5 + 0.1*4 + 0.05*5 = 4.33;$$

$$I_{p-исп2} = 0.1*5 + 0.1*5 + 0.05*4 + 0.1*3 + 0.1*3 + 0.1*4 + 0.01*3 + 0.09*4 + 0.05*5 + 0.1*5 + 0.05*5 + 0.1*5 + 0.05*5 = 3.7;$$

$$ИПЭ (1) = 4.63/0.089 = 52.02; ИПЭ (2) = 3.7/1 = 3.7;$$

Результаты расчётов интегральных показателей приведены в таблице 4.10.3.

Таблица 4.10.3 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	1 (ИС)	2 (Halliburton)
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.089	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4.33	3.7
3	Интегральный показатель эффективности	52.02	3.7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	14.06	0.07

Таким образом, из таблицы видно, что разрабатываемая ИС является более эффективным вариантом решения поставленной задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

4.11 Оценка абсолютной эффективности проекта

Расчет уровня безубыточности в периоде t производится по формуле:

$$УБ(t) = \frac{FC}{P - AVC}.$$

Стоимость одной лицензии программы составляет 400 000 рублей.

Сумма всех постоянных расходов, рассчитанная ранее в пункте 4.8, составляет **630 882** рублей.

ФОТ основных рабочих, включая взносы во внебюджетные фонды
 = [Затраты по основной заработной плате исполнителей темы + Затраты по

дополнительной заработной плате исполнителей темы + Отчисления во внебюджетные фонды] = 237 111.7+ 35 566.76+ 81 803,53 = **354 481**

К переменным затратам следует относиться материалы для подготовки комплекта для покупателя:

- установочный диск;
- комплект документов для покупателя;
- сдельная оплата труда дистрибьютеру лицензий.
- проведение вводного занятия с пользователями (покупателями)

программного продукта;

- прочие материалы.

Стоимость переменных затрат за одну единицу приведена в таблице 4.11.1.

Таблица 4.11.1 – Переменные затраты

Наименование	Цена за 1 шт.
Установочный диск 1 шт.	300
Комплект документов для покупателя 1 шт.	600
Оплата труда дистрибьютеру лицензий за 1 проданную лицензию	7 000
Проведение вводного занятия с пользователями	1 000
Расходы на командировку дистрибьютору	20 000
Постоянные расходы (аренда, Интернет, услуги связи)	10 000
Прочие материалы	500
Итого:	39 400

$$УБ(t) = 630\,882 / (400\,000 - 39\,400) = 1.75 = 2 \text{ лицензии}$$

Таким образом, для покрытия всех постоянных затрат на разработку ИС необходимо продать 2 лицензий программы.

Предполагается за 1 года окупить разработку ИС. В первый год планируется продать 3 лицензий 3 подразделениям ОАО «Газпром».

Выручка за 1-ый год (без НДС) = $3 \cdot 400\,000 = 1\,200\,000$.

Переменные издержки за 1-ый год = $39\,400 \cdot 3 = 118\,200$.

Для подсчёта показателей NPV (ЧДД), PI (ИД), DPP (t), IRR (ВНД) вычислен план денежных потоков в таблице 4.11.2.

Таблица 4.11.2 – План денежных потоков

№	Показатель	Номер шага (периода) расчёта t	
		0	1
Операционная деятельность			
1	Выручка без НДС	0.0	1 200 000.
2	Полные текущие издержки, в том числе (сумма пунктов 3-8):	0.0	- 217 400
3	ФОТ основных рабочих, включая взносы во внебюджетные фонды	0.0	7 000*3 = - 21 000
4	Амортизационные отчисления А	0.0	- 10 000
5	Накладные расходы	0.0	39 400*3 = -118200
6	Командировочные расходы	0.0	20 000*3 = -60 000
7	Прочие расходы (канцелярия и т.д.)	0.0	500*3 = - 1 500
8	Затраты на подготовку лицензии (установочный диск, комплект документов, обучение пользователей)	0.0	1 900*3 = - 5 700
9	Прибыль до налогообложения	0.0	981 600
10	Налог на прибыль (УСН: 15% с разницы выручки и затрат)	0.0	147 390
11	Чистая прибыль (Выручка – издержки – все налоги)	0.0	834 210
12	Денежный поток от производственной деятельности ДП (ОД) (п. 11 + п. 4)	0.0	844 210
Инвестиционная деятельность			
13	Поступление инвестиций	0.0	0.0
14	Капиталовложения, обслуживание инвестиций	- 630 882	0.0
15	Сальдо от инвестиционной деятельности (п.13 + п.14)	- 630 882	0.0
16	Сальдо суммарного потока (п.12 + п.15)	- 630 882	844 210
17	Коэффициент дисконтирования при ставке дохода 10%	1.0	0.909
18	Дисконтированное сальдо суммарного потока (п.16* п.17)	- 630 882	768 296
19	Накопленное дисконтированное сальдо	- 630 882	137 414

Примечания:

$ДП(ОД) = ЧП + |А|$, где ЧП – чистая прибыль и А – расходы на амортизацию.

$ЧП = (Выручка - З) * 0.15$, где В – выручка за период без НДС и З – сумма всех затрат (пункт 2 = п.3 + п.4 + п.5 + п.6 + п.7), 0.8 – налоги 15%.

Амортизация рассчитывается линейный способом.

$A_j = H_a * F_{пj}$, где H_a – норма амортизации, A_j – сумма амортизации за j-ый год, $F_{пj}$ – первоначальная стоимость объекта. Срок полезного использования компьютера составляет 3 года. Срок использования программных продуктов составляет год (лицензия дается только на год, по истечению года нужно снова покупать лицензию). Для разработки моей ИС достаточно лицензии на год.

$A(\text{компьютер}) = 30\,000 / 3 = 10\,000$.

$H_a = \frac{1}{T_{пн}}$, где $T_{пн}$ – срок полезного использования объекта.

$K_d = \frac{1}{(1+E)^t}$, где K_d – коэффициент дисконтирования, Е – ставка дисконтирования, t – порядковый номер периода с начала реализации проекта. Ставка дисконтирования Е составляет 10% – средняя ставка на рынке депозитов.

Расчет показателей **NPV, PI, DPP, IRR**:

Формула 1. $NVP = \sum_{i=1}^n \frac{ЧПД}{(1+r)^i} - I_0$, где $i..n$ – количество лет окупаемости проекта, ЧПД – денежный поток, i – текущий год окупаемости проекта, r – ставка дисконтирования, I_0 – стоимость проекта (бюджет проекта или стоимость всех постоянных затрат).

Формула 2. $PI = \frac{NVP + I_0}{I_0}$

Формула 3. $DPP = j + \frac{C1}{C2}$, где j – период проекта, при котором накопленное дисконтированное сальдо было отрицательным (0 лет), $C1$ – накопленное дисконтированное сальдо j -ого года, $C2$ – дисконтированное сальдо суммарного потока $(j + 1)$ года.

Формула 4. $IRR = r_1 + \frac{NVP(r_1)}{NVP(r_1) - NVP(r_2)} (r_2 - r_1)$

1) **NPV (ЧДД)** = 137 414. Так как $NPV > 0$, то инвестиции в проект – эффективны.

2) **PI** = $\frac{137\,414 + 630\,882}{630\,882} = 1.22$, $PI > 1$ показывает, что вложение капитала инвесторами является эффективным.

3) **DPP** = $0 + 630\,882 / 844\,210 = 0.746$ (< числа периодов 1).

4) **IRR** рассчитывается как значение ставки дисконтирования, при которой $NPV=0$.

R	NPV
5%	$\frac{844\,210}{(1+0.05)^1} - 630\,882 = 174\,079$
10%	$\frac{844\,210}{(1+0.1)^1} - 630\,882 = 137\,490$
20%	$\frac{844\,210}{(1+0.02)^1} - 630\,882 = 73\,459$
30%	$\frac{844\,210}{(1+0.3)^1} - 630\,882 = 19\,279$
33%	$\frac{844\,210}{(1+0.33)^1} - 630\,882 = 4\,614$

34%	$\frac{844\,210}{(1+0.34)^1} - 630\,882 = -128$
-----	---

$$IRR = 0.33 + \frac{4\,614}{4\,614 + 128} * (0.34 - 0.33) = 0.33 + 0.973 * 0.01 = 0.34.$$

IRR > 10% (34%), поэтому эффективность вложений капитала в данный проект равна эффективности инвестирования под 34 % процентов в какой-либо финансовый инструмент с равномерным доходом.

4.12 Вывод

Была проведена оценка потенциальных потребителей результатов исследований, проведены SWOT-анализ и FAST-анализ, анализ конкурентных решений.

Были спланированы этапы работы, определена трудоёмкость и построен календарный график, сформирован бюджет затрат.

С точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения вложение капитала инвесторами является эффективным.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ4А	И.В. Евсюткин

Институт	ИК	Кафедра	ВТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Информационные системы и технологии

<p>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</p>	<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) <p><i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i></p> <p><i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) <p><i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) <p><i>3. Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);

	<p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p> <p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p> <p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; <p>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>
Перечень графического материала:	При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	М.И. Пустовойтова	К.Х.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ4А	И.В. Евсюткин		

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Данная выпускная квалификационная работа направлена на создание информационной системы управления геолого-техническими мероприятиями на фонде нефтяных и газовых скважин, то есть конкретного программного продукта. Основная работа как при его создании, так и при его использовании проходит за персональным компьютером.

Ввиду того, что любой вид деятельности, особенно относящийся к промышленности, связан с рядом различных неблагоприятных воздействий, оправданно рассмотреть такие неблагоприятные факторы с целью их уменьшения или предотвращения.

В случае программной разработки, где объектом является рабочее место, включая персональный компьютер и помещение, среди таких вредных воздействий можно указать: неправильное освещение, шум, электромагнитное излучение, микроклимат помещения, опасность поражения электрическим током и другие. Также немаловажно позаботиться о пожарной безопасности и нормировании рабочего дня.

Так как деятельность при выполнении магистерской диссертации связана с работой за компьютером. Основным документом, регулирующим условия и организацию работы с персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ), включая требования к рабочему месту, для предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье человека, является санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 *«Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»*.

Также на данный момент действуют следующие стандарты:

СНиП 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя.

СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.

5.1. Техногенная безопасность

5.1.1. Микроклимат

К параметрам микроклимата относятся: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха. Комплекс данных параметров воздействует на человека, определяя его самочувствие, а значит, и работоспособность. Оптимальные значения этих характеристик зависят от сезона (холодный, тёплый), а также от категории физической тяжести работы. Для инженера-программиста она является лёгкой (1а), так как работа проводится сидя, без систематических физических нагрузок. Учитывая вышеизложенное, можно привести набор оптимальных значений параметров микроклимата (табл. 5.1) в соответствии с СанПиНом.

Таблица 5.1 - Параметры микроклимата в помещениях с использованием ПЭВМ

Температура, °С	Относительная влажность, %	Абсолютная влажность, г/м ³	Скорость движения воздуха, м/с
19	62	10	< 0,1
20	58	10	< 0,1
21	55	10	< 0,1

Задача состоит в том, чтобы поддерживать эти параметры в оптимальном состоянии. Для этого предусмотрены следующие средства: центральное отопление, вентиляция (искусственная и естественная), искусственное кондиционирование.

5.1.2. Производственное освещение

Так как работа инженера-программиста подразумевает зрительный тип работы, то организация правильного освещения имеет значительное

место. Пренебрежение данным фактором может привести к профессиональным болезням зрения.

В рабочем помещении сочетаются естественное освещение (через окна) и искусственное освещение (использование ламп при недостатке естественного освещения).

Светильники в помещении располагаются равномерно по площади потолка, тем самым обеспечивая равномерное освещение рабочих мест.

Разряд зрительных работ программиста относится к категории III г (высокой точности), параметры искусственного освещения указаны в таблице 5.2 согласно СанПиНу.

Таблица 5.2 - Нормативные значения освещённости

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
						всего	В том числе от общего	
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	г	Средний и большой <<	Светлый << средний	400	200	200

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ, были соблюдены. Зона расположения документов на рабочем месте освещается дополнительным светильником. Блики не создаются. Освещённость поверхности экрана **300 лк**. Используются люминесцентные лампы, коэффициент запаса равен **1.4**, коэффициент пульсации не превышает **5%**.

5.1.3. Шум

Источниками шума являются: работающее оборудование, вентиляторы компьютера, копировальная техника и кондиционеры.

Шум оказывает негативное воздействие на организм человека: снижает работоспособность, повышает утомляемость, воздействует на органы слуха и центральную нервную систему, снижает внимание.

Поэтому уровень шума в помещениях должен быть ограничен. Данные ограничения для требуемого помещения представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПЭВМ

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука в дБА
31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	50
85 дБ	73 дБ	60 дБ	53 дБ	50 дБ	47 дБ	43 дБ	41 дБ	36 дБ	51

Для уменьшения шума производятся: регулярное техническое обслуживание компьютеров и другой техники в помещении, применяются звукопоглощающие материалы (в том числе для этой цели используются корпуса системных блоков).

5.1.4. Электромагнитное излучение

Персональные компьютеры являются источниками электромагнитных волн, то есть распространяющихся в пространстве возмущений электромагнитного поля. Все электрические приборы излучают такие волны, однако наибольший вклад вносит экран монитора. При определённых уровнях такие поля оказывают вредное влияние на человека.

Ввиду того, что используется жидкокристаллический монитор, то контроль мягкого рентгеновского излучения не осуществляется. Допустимые значения излучения показаны в таблице 5.4 с учётом СанПиНа.

Таблица 5.4 - Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП	ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м	27 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м	2,7 В/м

Наименование параметров		ВДУ ЭМП	ВДУ ЭМП
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл	251 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл	24 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В	490 В

Основной способ снижения вредного воздействия – это увеличение расстояния от источника (не менее 50 см от пользователя). При работе за компьютером специальные экраны и другие средств индивидуальной защиты применены не были.

5.1.5. Опасность поражения током

Персональный компьютер, как и любая электрическая установка, потенциально опасен для здоровья человека за счёт возможности поражения током. Во избежание несчастных случаев сотрудники в обязательном порядке должны проходить соответствующий инструктаж.

Не следует работать на персональном компьютере при:

- повышенной влажности (относительная влажность воздуха более 75%)
- высокой температуре (более 35 °C)
- наличие токопроводящей пыли, токопроводящих полов и возможности одновременного соприкосновения к имеющим соединение с землёй металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования.

Персональный компьютер питается от сети 220В переменного тока с частотой 50Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений, сообщить человеку, ответственному за оборудование

Чтобы избежать поражения электрическим током, необходимо защитить все токоведущие части от возможных прикосновений, а металлические корпуса должны быть заземлены.

Таким образом, все требования при работе с ПЭВМ были выполнены, так как все необходимые показатели норм находятся с незначительными отклонениями в допустимых пределах.

5.1.6. Требования к рабочему месту

Конструкция ПЭВМ предусматривает регулирование яркости и контрастности, а также обеспечивает возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ имеют матовую поверхность с коэффициентом отражения **0,4 - 0,6** и не имеют блестящих деталей, способных создавать блики. Однако корпус монитора обладает поверхностью с зеркальным отражением света, что способствует созданию бликов, затрудняя работу.

Таблица 5.5 - Допустимые визуальные параметры устройств отображения информации

№	Параметры	Допустимые значения	Фактические значения
1	Яркость белого поля	Не менее 35 кд/м ²	35 кд/м²
2	Неравномерность яркости рабочего поля	Не более $\pm 20 \%$	$\pm 15 \%$
3	Контрастность (для монохромного режима)	Не менее 3 : 1	3 : 1
4	Временная нестабильность изображения (непреднамеренное изменение во времени яркости изображения на экране дисплея)	Не должна фиксироваться	Не фиксируется
5	Пространственная нестабильность изображения (непреднамеренные изменения положения фрагментов изображения на экране)	Не более $2 \cdot 10^{-4}L$, где L - проектное расстояние наблюдения, мм	$1.7 \cdot 10^{-4}L$
6	Частота обновления изображения для дисплеев на плоских дискретных экранах	Не менее 60 Гц	75 Гц

Проверка требований к помещениям для работы с ПЭВМ показана в табл. 5.6.

Таблица 5.6 - Анализ рабочего места

Требование	Факт
Окна должны быть ориентированы на север и северо-восток	Все окна ориентированы на запад
Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков	Имеются шторы
Не допускается размещение мест пользователей ПЭВМ во всех образовательных и культурно-развлекательных учреждениях для детей и подростков в цокольных и подвальных помещениях	Помещение находится на 10 этаже
Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - 4,5 м ²	На одно рабочее место выделена площадь 7.5 м²
Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации	Заземление имеется.
Не следует размещать рабочие места с ПЭВМ вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ	Вблизи подобных объектов нет.

Вывод: все требования к рабочему месту выполнены, кроме первого из них. Солнце вечером светит в окна, затрудняя работу, вследствие чего приходится использовать шторы и включать искусственный свет.

Соответствие требованиям к столу и стулу для людей ростом 161-175 см (табл. 5.7).

Таблица 5.7 - Анализ параметров рабочего стола и стула

Требование	Факт
Поверхность стола для людей ростом 161-175 см должно равняться 700 мм	1000 мм
Пространство для ног должно равняться 640 мм	800 мм
Высота сиденья над полом 420 мм	410 мм
Ширина сиденья, не менее 340 мм	345 мм
Глубина сиденья 380 мм	380 мм
Высота нижнего края спинки над сиденьем 170 мм	165 мм
Высота верхнего края спинки над сиденьем 360 мм	360 мм
Высота линии прогиба спинки, не менее 210 мм	215 мм
Радиус изгиба переднего края сиденья 20-50 мм	35 мм

Угол наклона сиденья 0-4 °	2 °
Угол наклона спинки 95-108 °	101 °
Радиус спинки в плане, не менее 300 мм	305 мм

Проводились ежедневные влажные уборки и систематическое проветривание каждый час.

Было использовано рекомендуемое СанПиНом время перерывов 10-15 минут после каждых 45-60 минут работы с использованием комплекса профилактических мероприятий: упражнения для глаз и физкультурные минутки.

5.2. Региональная безопасность

Помещение с персональным компьютером относится к пятому классу, размер санитарной защитной зоны которого равен 50 метров, так как работа на персональном компьютере не является экологически опасной.

Защита воздушного бассейна от загрязнений – система мероприятий, направленных на снижение загрязненности вредными примесями окружающего атмосферного воздуха, вентиляционного воздуха производственных, общественных и жилых помещений. В качестве загрязняющих веществ атмосферы в результате выполнения ВКР можно указать продукты горения, которые могут возникнуть при возможном пожаре. Также можно выделить выбросы электромагнитного излучения и теплового излучения.

В соответствии с действующим законодательством все сточные воды должны перед сбросом в водоем подвергаться очистке от токсичных примесей. В ходе ВКР образовывались хозяйственно-бытовые воды при эксплуатации туалетов, столовых, мытье рук, полов и т. д.

Защита почвенного покрова и недр от твердых отходов реализуется за счет сбора, сортирования и утилизации отходов и их организованного

захоронения. При выполнении ВКР образовывались следующие твёрдые отходы: бумага, использованные картриджи, использованные канцелярские принадлежности. В случае выхода из строя персонального компьютера, он списывается и отправляется на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих.

5.3. Особенности законодательного регулирования проектных решений

Программный продукт ориентирован на конечных пользователей – сотрудников компаний.

Отношения между организацией и сотрудником законодательно регулируются в различных сферах, таких как оплата труда, трудовой распорядок, социальные отношения. Учитываются особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и т. д. Всё это относится к мероприятиям охраны труда, необходимых для обеспечения безопасности труда. В таблице 5.8 указаны соответствия предельного количества рабочих часов в неделю в зависимости от категории граждан.

Таблица 5.8 – Категории граждан и предельного числа рабочих часов в неделю

Категория	Число рабочих часов в неделю, часы
Работники до 16 лет	24
От 16 до 18 лет	35
Инвалиды I и II групп	
Работающие на местах с вредными условиями	36
Остальные	40

Также есть возможность установления неполного рабочего дня для беременных женщин, одного из родителей (опекуна, попечителя), имеющего ребенка в возрасте до 14 лет (ребенка-инвалида в возрасте до 18 лет). Однако оплата труда производится пропорционально рабочему времени. Ограничений на продолжительность основного оплачиваемого отпуска при этом нет. К работе в ночные смены не допускаются беременные женщины; работники, не достигшие возраста 18 лет; женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, инвалиды, работники, имеющие детей-инвалидов, а также работники, осуществляющие уход за больными членами их семей в соответствии с медицинским заключением, матери и отцы – одиночки детей до пяти лет.

Ежегодный отпуск, который организация обязана предоставлять, составляет 28 календарных дней.

В течение рабочего дня сотруднику должен предоставляться перерыв от 30 минут до двух часов, который к рабочему времени не относится. Работа в выходные дни предусмотрена только с письменного согласия сотрудника.

Удержание заработной платы возможно только в случаях, предусмотренных ТК РФ ст. 137. При задержке заработной платы более, чем на 15 дней, сотрудник вправе прекратить работу с письменным уведомлением руководителя.

Дискриминация по любым признакам и принудительный труд законодательно запрещены.

5.4. Пожарная безопасность

Пожар – это наиболее частая чрезвычайная ситуация, поэтому в помещениях должны быть предусмотрены все необходимые организационные, технические, режимные и эксплуатационные

мероприятия по предупреждению пожаров, а также для локализации и ликвидации его очага в случае его возникновения.

Возгорание грозит гибелью людей, уничтожением ЭВМ, документов и другого имеющегося оборудования.

Помещение, в котором велась разработка, относится по степени пожаро- и взрывоопасности к категории Д (жидкости с температурой вспышки выше 61 °С, твёрдые сгораемые материалы).

Причинами пожара могут быть:

- Короткие замыкания в электропроводке
- Неисправности аппаратуры
- Нарушения правил пожарной безопасности работниками
- Наличие горючей пыли
- Перегрузка сетей, приводящая к возгоранию изоляции
- Некачественно отремонтированное оборудование

Методы борьбы с пожарами предусматривают:

- Инструктажи, наличие планов эвакуаций, правильный монтаж и эксплуатация оборудования, правильное содержание зданий и территорий, обучение правилам техники безопасности, издание специальных инструкций и плакатов

- Соблюдение противопожарных правил, исключение образования горючей среды, применение трудно сгораемых материалов

- Предусмотренные средства сигнализации, огнетушители, автоматические стационарные системы тушения пожаров, своевременная эвакуация.

Для предотвращения пожара помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотным огнетушителем типа ОУ-2 или ОУ-5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель магистерской диссертации – создать ИС, имеющую средства автоматизации для решения основного комплекса задач управления ГТМ, начиная от сбора исходных данных, отбора скважин-кандидатов для ГТМ, выбора таких мероприятий для этих скважин и заканчивая планированием работы бригад КРС для реализации ГТМ.

При выполнении диссертации получены следующие результаты:

1. Проведён анализ задач управления ГТМ, основных методов их решения таких задач и используемых для этого ИС. Показана актуальность создания новой многофункциональной ИС. Результаты анализа формализованы в виде ТЗ на эту систему.
2. На этапе проектирования ИС были показаны преимущества сервис-ориентированной архитектуры построения ИС. Выполнены все необходимые работы по проектированию схемы БД, разработаны эскизы интерфейсов пользователя.
3. Для программной реализации ИС была выбрана отечественная среда разработки ELMA BPM, позволившая воплотить концепцию сервис-ориентированной архитектуры ИС, а также все остальные проектные решения и требования к системе за счёт дополнительного использования средств современных технологий Microsoft Visual Studio и Node.JS.
4. Проведены тестирование и отладка программ ИС с использованием реальных данных, что позволило подготовить её к опытной эксплуатации в ООО «Центр нефтегазовых технологии» г. Томска.
5. Выполнена оценка экономической эффективности вложений капитала инвесторами в создание ИС. Разработка ИС проведена в соответствии с действующими стандартами безопасности.

Полученные результаты работы докладывались на 5 международных и всероссийских конференциях и опубликованы в виде 5 научных работ.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Евсюткин И.В., Марков Н.Г.; Информационная система для управления геолого-техническими мероприятиями // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов II Международной конференции / Часть II (г. Томск 19-22 мая 2015 г) / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. - С. 31-32.
2. Васильева Е.Е, Евсюткин И.В.; Интеллектуальная информационная система управления геолого-техническими мероприятиями на фонде скважин // Тезисы доклада XVI Всероссийской конференции молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям (г. Красноярск 28-30 октября 2015 г), 2015 – С. 63-64.
3. Евсюткин И.В., Марков Н.Г.; Архитектура информационной системы для управления геолого-техническими мероприятиями // Молодёжь и современные информационные технологии: сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных (г. Томск, 9-13 ноября 2015 г). / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. - С. 143-144.
4. Воротов В.Е.; Карожей Д.В.; Евсюткин И.В.; Программные средства для формирования журналов работ на фонде скважин // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: сборник трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (г. Томск, 22–23 марта 2016 г.). / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – С. 27-28.
5. Евсюткин И.В., Марков Н.Г.; The information system of the geological and technical arrangements management on a well stock of an oil-and-gas production enterprise // Информационные технологии в науке, управлении,

социальной сфере и медицине: III Международная конференция (г. Томск 23-26 мая 2016 г) // Atlantis Press, 2016. – статья принята для опубликования (публикации журнала индексируется в базах научного цитирования Web of Science).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедов К.С., Аршинова Н.М., Семеняк А.А. Информационная система планирования и оценки эффективности ГТМ на фонде скважин ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. – 2012. – № 7. – С. 51-55.
2. Нотация EPC [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.businessstudio.ru/wiki/docs/v4/doku.php/ru/csdesign/bpmodeling/epc_notationUML, свободный. – Заглавие с экрана. - (Дата обращения: 20.03.2016).
3. Диаграмма вариантов использования (use case diagram) [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://khpriip.mipk.kharkiv.edu/library/case/leon/gl4/gl4.html>, свободный. – Заглавие с экрана. - (Дата обращения: 20.03.2016).
4. Чубукова И.А. Data Mining: учебное пособие – М.: изд-во БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 – 382 с.
5. Кудинов А.В, Марков Н.Г. Проблемы автоматизации производства газодобывающих компаний: монография – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 247 с.
6. Решетников И.С., Козлецов А.П. MES – теория и практика – М.: Российская рабочая группа MESA International, 2010. – 98 с.
7. Juric M. SOA approach to integrational. – Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2007. – 366 p.
8. WP 27. Сервис-ориентированная архитектура в системах управления производством. Официальные материалы ассоциации MESA International // MES – теория и практика. – 2010. - №2. - С. 5-59
9. BPMN – модель бизнес-процессов и нотация [Электронный ресурс]. – Режим доступа www.elma-bpm.ru, свободный. – Заглавие с экрана. - (Дата обращения: 22.01.2016).
10. Bizagi [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.bizagi.com>, свободный. – Заглавие с экрана. - (Дата обращения: 22.01.2016).

11. Bonita [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.bonitasoft.com>, свободный. – Заглавие с экрана. - (Дата обращения: 22.01.2016).
12. Schlumberger [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.slb.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. - (Дата обращения: 29.05.2016).
13. Halliburton [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.halliburton.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. - (Дата обращения: 29.05.2016).
14. Тимонов А.В. Системный подход к выбору геолого-технических мероприятий для регулирования разработки нефтяных месторождений: дис. канд. техн. наук. – Уфа., 2010. – 151 с.
15. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.
16. Guha S., Rastogi R., Shim K. CURE: An Efficient Clustering Algorithm For Large Databases / Proceedings of the ACM-SIGMOD, International Conference on Management of Data, June 1–4 1998, Seattle, Washington. – ACM Press. – P. 73–84.
17. Kailing K., Kriegel H.-P., Kröger P. Density-Connected Subspace Clustering for High-Dimensional Data / Proceedings of 4th SIAM Intern. Conf. on Data Mining, April 22–24, 2004, Lake Buena Vista, Florida. – Society for Industrial and Applied Mathematics. – P. 246–257.

ПРИЛОЖЕНИЕ А РАЗДЕЛЫ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ

Раздел 1

ANALYSIS OF GEOLOGICAL AND TECHNICAL ARRANGEMENTS MANAGEMENT TASKS

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ4А	Евсюткин Иван Викторович		

Консультант кафедры ВТ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ВТ	Мирошниченко Е.А.	к.т.н.		

Консультант – лингвист кафедры иностранных языков ИК:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шепетовский Д.В.			

1. ANALYSIS OF GEOLOGICAL AND TECHNICAL ARRANGEMENTS MANAGEMENT TASKS

1.1. The analysis of the existing methods and techniques

Already existing information systems and those being developed were taken as the basis for the application domain analysis, and their functionality was explored:

- Information system for planning and GTA efficiency estimation on a well stock of OJSC “Gazprom”;
- The field geologist automated workplace of the III train as a part of a corporate geoinformation system for production management of OJSC Tomskgazprom.

In the explored systems the following methods and techniques were found [5]:

- The semi-automatic collection of proposals for wells shutdowns: in the wells shutdowns arrangements schedule taking into account works planned by various production departments on a well stock; in special applications like Articulation Statement (“Shakhmatka”) where the real condition of wells is shown;
- Automatic methods: trend analysis of wells technological parameters; intellectual analysis of the available wells shutdowns; geological potential calculation; a long-range planning technique for wells shutdowns of OJSC Gazprom for gas wells.
- methods taking into account annual and monthly plans for pressure transient test, well survey and hydrocarbon logging.
- Use of candidate wells sent last month to inactive stream in view of impossibility to combine GTA with the operating workover crews.

Each of these methods is considered in more detail below.

1.1.1. Monthly proposals collecting in the arrangements schedule

The candidates wells and GTA selection can be based on proposals from production departments. It can be chief geologist department, chief power engineer department, chief mechanical engineer department, automation department, production department, production and technological management, metrology department and communication department. For this purpose monthly collection of proposals in a special wells arrangement schedule is provided. There the proposals can be edited, approved and subsequently selected for carrying out GTA. The proposals that were added in the arrangement schedules by different departments are. Information in the proposal must include: proposal creation date, GTA type, mine field, well pad, well number, GTA date, and description.

1.1.2. Collection of Operational proposals in the Articulation Statement application system

Operational proposals collecting is carried out in the Articulation Statement application system which is the tool only for chief geologist department employees. In this application system the real condition of wells is shown. Such information contains: GTA class and type, GTA template, shutdown of specified well, planned duration of well shutdown with the dates range, the user who sent the proposal.

It is worth noticing that chief geologist department employees, as other production departments can use the arrangements schedule. Despite this fact, more highly specialized "Shakhmatka" application system can't be excluded from consideration because it still can be used separately.

1.1.3. The available wells shutdowns analysis

The operational plan schedule of stops for the last year forms a basis for planning of GTM on the basis of the intellectual analysis of history of shutdowns [4]. If the well has no history, planning is carried out on a reference well which has the same or similar technological parameters as the well in question. Reference well is selected from the same mine field. Such well must have operational shutdowns for the last year. Steps of the method:

- for the current well (or reference well) it is necessary to calculate the period of carrying out the certain GTA type, proceeding from the operational arrangement schedule for the last year;
- this period is added to a date of the last GTA on the well;
- the well is added to the list if the received date is in a month of planning of GTA.

1.1.4. Forecast method for well technological parameters

Other method for well addition to the arrangements schedule on carrying out GTA is the trend analysis of technological parameters, such as carbohydrates debit or formation pressure to identify critical tendencies. For month's days when arrangements schedule is formatted, technological parameters values are predicted. If they exceed the admissible bounds by certain time, the well is added to the arrangements schedule.

1.1.5. Geological potential calculation

Geological potential calculation of a well is based on dynamic technological parameters of the well and formation, and also the scenario conditions set by the specialist who is carrying out calculation manually. Those wells at which the calculated oil debit is less than in the last approved technological mode are added to the candidate wells arrangements schedule for GTA.

Unlike a "Gazprom" technique (described below), which gives recommendations how to act during the work with gas wells; geological potential calculation belongs only to oil wells.

The main technological parameters of geological potential calculation: kh coefficient, PI (Profitability Index), water debit calculation, oil debit calculation. If the hydraulic fracturing (HF) is carried out different formulas are used in calculation.

As input parameters the following are necessary: well ratings (radial extent, well radius, viscosity of formation oil) and productive formation

(formation thickness, in-place permeability, and oil density), data of the technological mode (formation pressure, actual oil debit).

1.1.6. Technique of long-range planning of OJSC "Gazprom"

The technique is based on the document which has the aim to generalize for the first time experience of GTA planning and to unify criteria and ways of geological field information processing for the subsequent carrying out of GTA. Two points of view at the selection of candidate wells and their GTA in the standard are "geological field and technical" and "economic" approaches. By means of the recommendations described in the standard it is possible to construct a long-range plan of GTA for 3-5 years.

Despite the standard's development purpose (unified criteria), one of the principles of the standard is the individual approach to each development object taking into account all its features, namely: quantity of wells, development stage, geological features. There is no contradiction, as the same technique is used, but it takes into account the object's technological parameters.

Planning of GTA aims to provide the set coefficient of carbohydrates debit and the required safety level. During planning all objects from a well stock must be considered taking into account terms of wells' life.

The carried out schedule of GTA can include wells on the basis of recommendations of the design organizations applying innovative approaches.

The wells selection for carrying out GTA is carried out according to wells malfunction class emergence dynamics based on malfunction of certain class, emergency history by years, taking into account success coefficient of earlier geological and technical arrangements. The malfunction class emergence dynamics analysis is carried out on each development object separately from other development objects. However in a case with analog objects, joint consideration is possible.

It is necessary to consider seasonal coefficients, minimum possible values of surface pressure, temperatures, and fluid velocities. The well can be selected as a candidate if the planned technological parameter is going to

overstep beyond its range. For the parameters forecast one of the following mathematical models can be used: linear function, exponential and indicative functions, quadric polynomial. The selection is carried out on the basis of the smallest mean square deviation and the value that is the most correctly describes the change dynamics.

It is described that application of other models which are more exact is possible. It means that here it is possible to apply the data mining methods to find out, what model will be suitable for parameters in each case.

All criteria of a selection are listed in the standard, for example, a quantitative index of current reserves recoverability, an indicator of well efficiency, water cutting, index of pressure drawdown from the technological mode, an indicator of possible complications at a well bottom and many others. The total is calculated as the arithmetic average of all used criteria.

All performed GTAs must be effective from the economic point of view. If the product is delivered into the main gas pipeline, at a certain profit on realization of 1000 m³, it is recommended to use an indicator of specific net profit; otherwise it is necessary to use annual reports data regarding revenue and expenses. It is calculated as the revenue relation to cost price cost, considering expenses.

As economic criteria the following are considered: an incremental cash flow from carrying out GTA, net present value (NPV), internal rate of return (IRR), profitability index (PI), pay-back period (PP), discounted payback period (DPP). Thus, well which as a result will make more profit and not one in most need of GTA can get into the category of a candidate wells. Formulas for indicators calculation are given in the standard.

As the result, all the criteria are united in a single uniform system of criteria with their weights. All the arrangements necessary for decision-making are presented in the algorithm form:

1. All wells on the well stock get to the schedule for long-range planning, irrespective of current state of wells. It is due to the fact that the shutdown wells may possibly reach the technological mode.
2. For each development object its type is defined. On this step the collector type, scale of geological reserves of gas, the characteristic of formation collector, the development mode, formation type and a code of development object are defined.
3. Information from the previous step is used to define priority criteria for inclusion in a long-range GTA schedule on geological and technical condition. The table is used to compare recommendations for different methods and criteria.
4. Calculations, wells selection for a GTA selection and a quantitative indicators assessment are carried out according to the obtained methods.
5. Each malfunction is assigned to a GTA, its cost is calculated.
6. The effect from GTA and duration of works are predicted. Consideration of alternative GTA with the subsequent assessment is possible.
7. The calculations are collected into a special table of risks with considerations for geological conditions complexity and reliability of the used planning method.
8. The ranging of wells on the basis of geological technical condition criterion is carried out.
9. For each candidate well the expected quantitative effect is calculated.
10. The quantitative effect starts serving as the main priority index in further planning.
11. Calculation of efficiency of GTA is carried out (from the economic point of view).
12. The table which includes calculation of the NPV, PP, PI, IRR indexes, an integrated indicator is constructed from the efficiency calculations.

13. The ranging of wells on the basis of investment appeal with use of the integrated indicator. Here indexes are given their weight: NPV (0,4), PP (0,4), PI (0,1), IRR (0,1).

14. The exception of several indicators during integrated indicator calculation is possible with recalculation of the others according to scales.

15. All wells where the calculated effect will turn out positive are added to the long-range program.

Source [1] describes the technique of "Long-range planning of works on the well stock of OJSC "Gazprom"". In this information system the selection of a candidate well occurs on the basis of the following criteria: refusals criticalities, technical condition, field and geological condition, economic efficiency etc. The specified primary criteria can be divided further, forming a decisions tree, for example, when considering a well field and geological condition the additional criteria and various coefficients and indicators are necessary (criterion and index of current reserves recoverability, development uniformity criterion of a mine field etc.). The technique is successfully applied, therefore, can be used as one of methods in developing IS.

1.1.7. Schedules for pressure transient tests, well surveys and hydrocarbon loggings

Schedules of pressure transient tests, well surveys and hydrocarbon loggings can influence the final arrangements schedule of candidate wells. They can be corrected and approved, and then added into the operational wells arrangements schedule. Therefore maintaining the annual and monthly lists for these works presented in the schedule form is provided in the information system. The geologist enters information about the planned well shutdowns into the schedule: date of the latest work, name of a well, formation, well pad, appointment, duration, and works groups. Schedules of pressure transient tests and hydrocarbon logging are constructed separately.

1.2. Information system requirements

The analysis of comparable systems showed that nowadays there are no integrated systems, which would cover all process range for the solution of relevant tasks in the oil-and-gas industry. That is why the creation of information system is an important task. Among task groups which the System must solve, it is possible to allocate: data collection, candidate wells identification and GTA selection for them, efficiency estimation of the received results, planning for workover crews (fig. A.1). Blocks numbering is given in the IDEF0 notation.

Users' classes and characteristics that work with the System:

- The geologist that executes business processes, inputs system information and controls the data correctness.
- Production department is a person or a group, which serves as a data source and participates in coordination and approval of the obtained results.

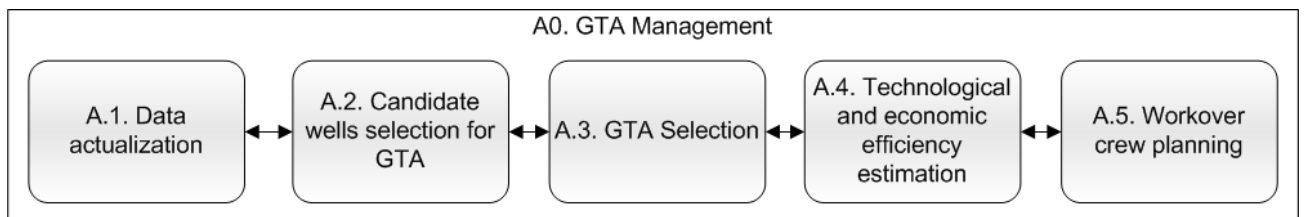


Figure A.1 - Description of subprocesses for "GTA Management" process

1. *Data actualization.* Information system must act as a superstructure in relation to already existing information systems at an enterprise and provide data integration with them. Various databases of such systems can act as the data sources which contain geological and field parameters values of wells and productive formations, proposals from production departments for GTA, annual and monthly schedules for pressure transient tests, well surveys and hydrocarbon logging that lead to their shutdowns (fig. A.2, tab. A.1). All charts are described in the EPC notation [2] in the Microsoft Office Visio development environment.

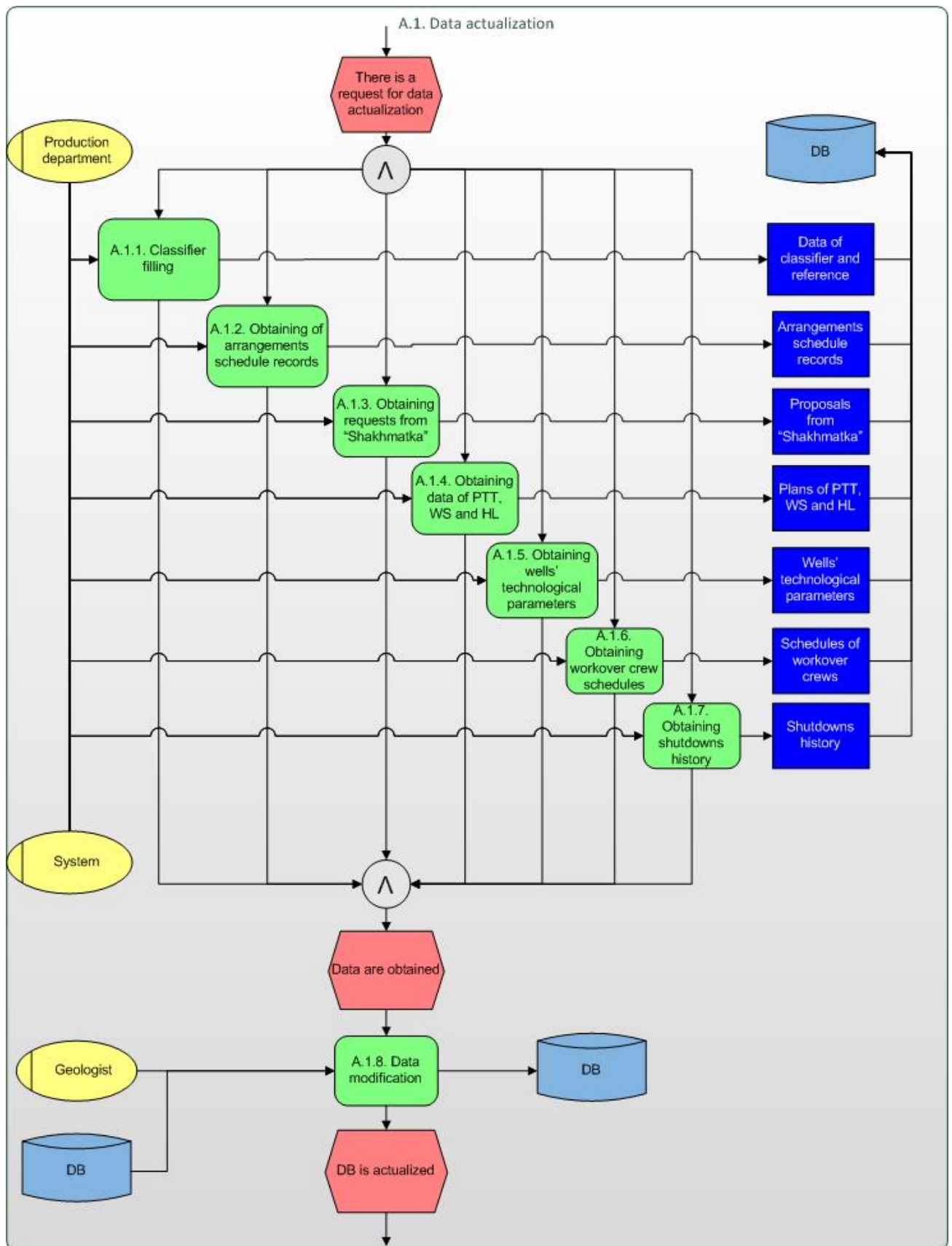


Figure A.2 - «Data actualization» process description

Table A.1 - «Data actualization» process description

Code	Function	Input data	Output data
A.1.1.	Classifier filling	1. Units of measurement 2. Types of wells 3. Names of mine fields, well pads and wells 4. The used methods 5. List of data sources 6. GTA types 7. Lists of crews and contractors 8. Lists of efficiency indexes 9. Environment conditions 10. Reference values 11. Equipment costs	1. The data of classifier and reference in system
A.1.2.	Obtaining of arrangements schedule records	1. Proposals from chief geologist department 2. Proposals from chief power engineer department 3. Proposals from chief mechanical engineer department 4. Proposals from automation department 5. Proposals from production department 6. Proposals from production and technological management 7. Proposals from metrology department 8. Proposals from communication department	1. Arrangements schedule records in system
A.1.3.	Obtaining proposals from "Shakhmatka"	1. Proposals from chief geologist department	1. Proposals from "Shakhmatka" in system
A.1.4.	Obtaining data of pressure transient test, well survey and hydrocarbon logging	1. Monthly plans of pressure transient test, well survey and hydrocarbon logging 2. Annual plans of pressure transient test, well survey and hydrocarbon logging	1. The plans of pressure transient test, well survey and hydrocarbon logging in system

Code	Function	Input data	Output data
A.1.5.	Obtaining wells' technological parameters	1. Field and geological wells' parameters 2. Parameters of admissible equipment for wells 3. Parameters of productive formation	1. Wells' technological parameters in system
A.1.6.	Obtaining workover crews schedules	1. Schedules of workover crews	1. The schedules of workover crews in system
A.1.7.	Obtaining shutdowns history	1. The approved operational arrangements schedules for the last year	1. Shutdowns history in the system
A.1.8.	Data modification	1. The data of classifier and reference books in the system 2. Arrangements schedule records in the system 3. Proposals from "Shakhmatka" in the system 4. The plans of pressure transient test, well survey and hydrocarbon logging in the system 5. Wells' technological parameters in the system 6. The schedules of workover crews in the system 7. Shutdowns history in system 8. Inactive stream	1. Modified data in the system

2. *Candidate wells selection for GTA.* The main selection methods are the automatic and semi-automatic methods of the trend analysis of technological parameters, intellectual analysis methods of wells shutdowns history, and specialized methods (geological potential calculation for oil wells, Technique of long-range planning of OJSC "Gazprom", etc.) (fig. A.3, tab. A.2). It is necessary to implement algorithms of the plans record-keeping of wells shutdowns in the

information system for research and the record-keeping for wells having been selected earlier, but added into inactive stream for any reasons etc.

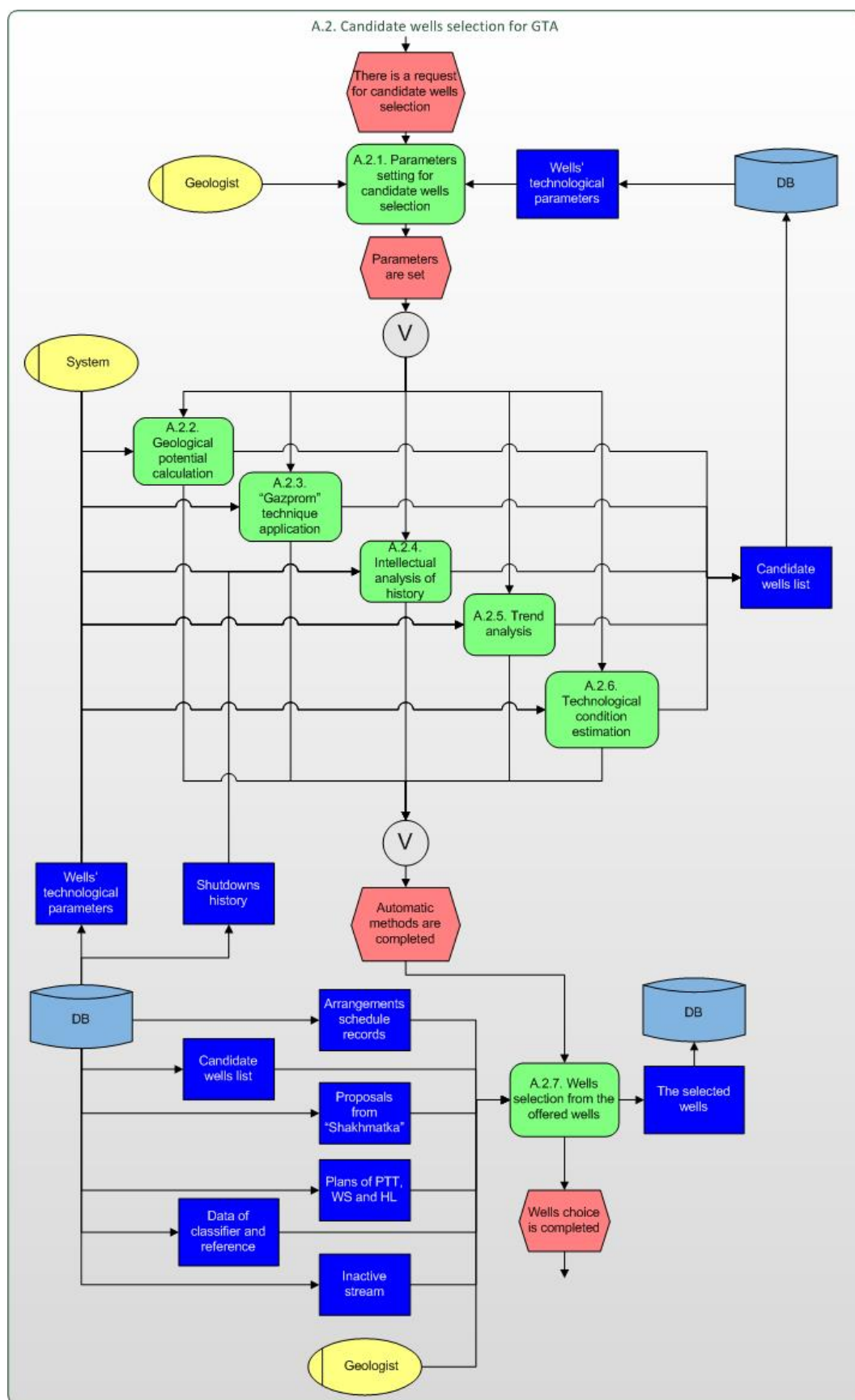


Figure A.3 - «Candidate wells selection for GTA» process description

Table A.2 - «Candidate wells selection for GTA» process description

Code	Function	Input data	Output data
A.2.1.	Parameters setting for candidate wells selection	1. Desirable mine fields' name 2. Desirable wells' type 3. Desirable methods 4. Wells' technological parameters in system	1. The selected mine field 2. The selected wells' type 3. The selected methods
A.2.2.	Geological potential calculation	1. Wells' technological parameters	1. Candidate wells list
A.2.3.	"Gazprom" technique application	1. Wells' technological parameters	1. Candidate wells list
A.2.4.	Intellectual analysis of arrangements schedules history	1. Wells' technological parameters 2. Shutdowns history	1. Candidate wells list
A.2.5.	Trend analysis	1. Wells' technological parameters	1. Candidate wells list
A.2.6.	Technological condition estimation	1. Wells' technological parameters	1. Candidate wells list
A.2.7.	Wells selection from the offered wells	1. Arrangements schedule records in system 2. Candidate wells list 3. Proposals from "Shakhmatka" in system 4. The plans of pressure transient test, well survey and hydrocarbon logging in system 5. The data of classifier and reference in system 6. Inactive stream	1. The selected wells

3. *GTA Selection.* Various automatic and semi-automatic methods are applied to wells for GTA selection depending on wells type (oil, gas or water). Information system must include the specified methods and allow the geologist to choose the most effective methods in concrete situations. It means that information system must provide decision-

making support for the geologist for GTA selection for each candidate well (fig. A.4, tab. A.3).

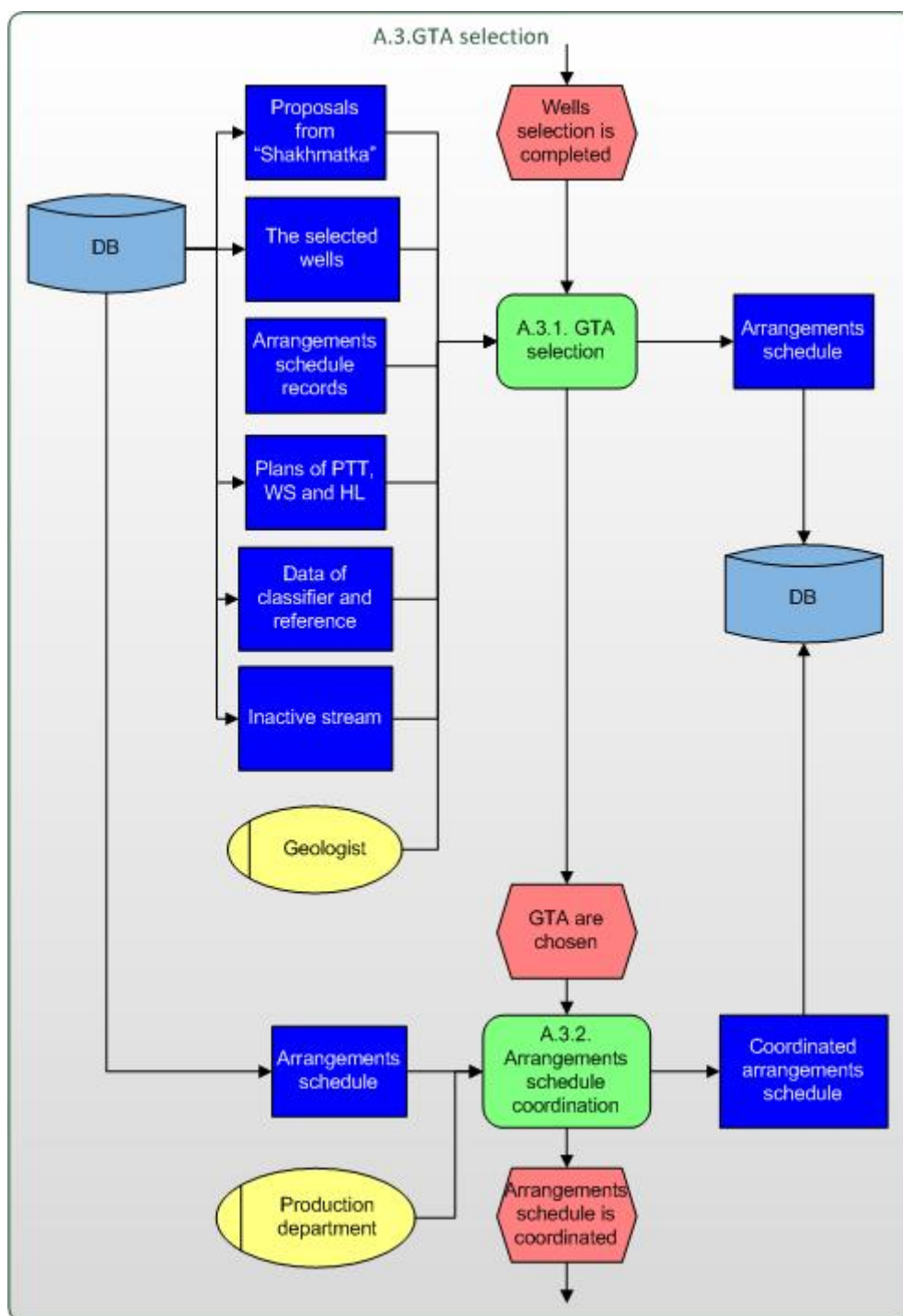


Figure A.4 - «GTA selection» process description

Table A.3 - «GTA selection» process description

Code	Function	Input data	Output data
A.3.1.	GTA selection	1. Arrangements schedule records in	1. Arrangements schedule

Code	Function	Input data	Output data
		system 2. The selected wells 3. Proposals from "Shakhmatka" in system 4. The plans of pressure transient test, well survey and hydrocarbon logging in system 5. The data of classifier and reference in system 6. Inactive stream	
A.3.2.	Arrangements schedule coordination	1. Arrangements schedule	1. Coordinated arrangements schedule

4. *Technological and economic efficiency estimation.* System must assess, whether the obtained decision on GTA selection will be effective from the economic and technological points of view. The annual budget of the enterprise is limited, so it is impossible to exceed. Therefore GTA management process can be iterative (fig. A.5, tab. A.4).

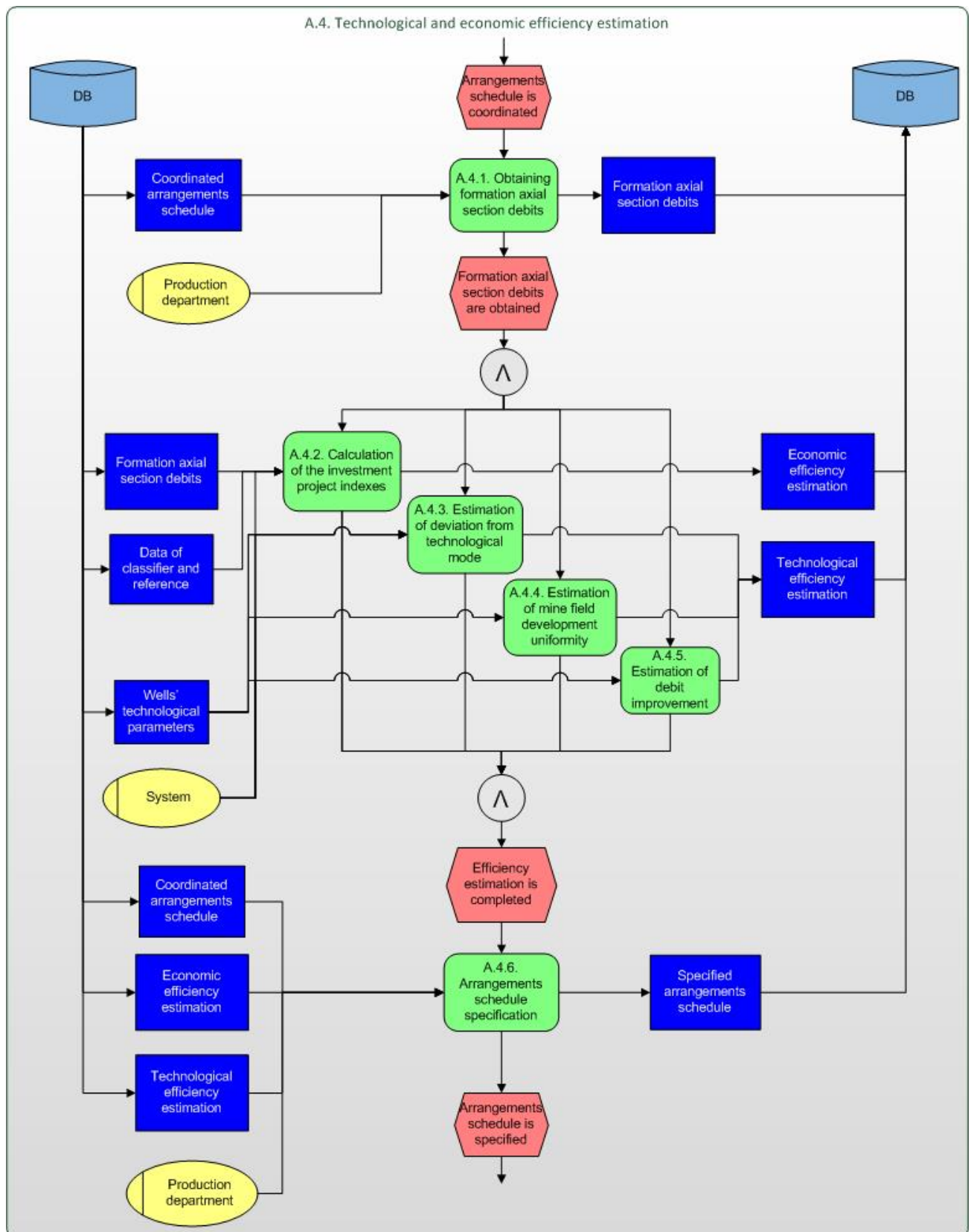


Figure A.5 - «Technological and economic efficiency estimation» process description

Table A.4 - «Technological and economic efficiency estimation» process description

Code	Function	Input data	Output data
A.4.1.	Obtaining formation axial section debits	1. Coordinated arrangements schedule	1. Formation axial section debit
A.4.2.	Calculation of the investment project indexes	1. Formation axial section debit 2. The data of classifier and reference in system	1. Economic efficiency estimation
A.4.3.	Estimation of deviation from the technological mode	1. Wells' technological parameters	1. Technological efficiency estimation
A.4.4.	Estimation of mine field development uniformity	1. Wells' technological parameters	1. Technological efficiency estimation
A.4.5.	Estimation of debit improvement	1. Wells' technological parameters	1. Technological efficiency estimation
A.4.6.	Arrangements schedule specification	1. Economic efficiency estimation 2. Technological efficiency estimation 3. Coordinated arrangements schedule	1. Speciflicated arrangements schedule

5. *Workover crew work planning.* Information system must form the optimized work plan of workover crews to minimize candidate wells total idle time (fig. A.6, tab. A.5).

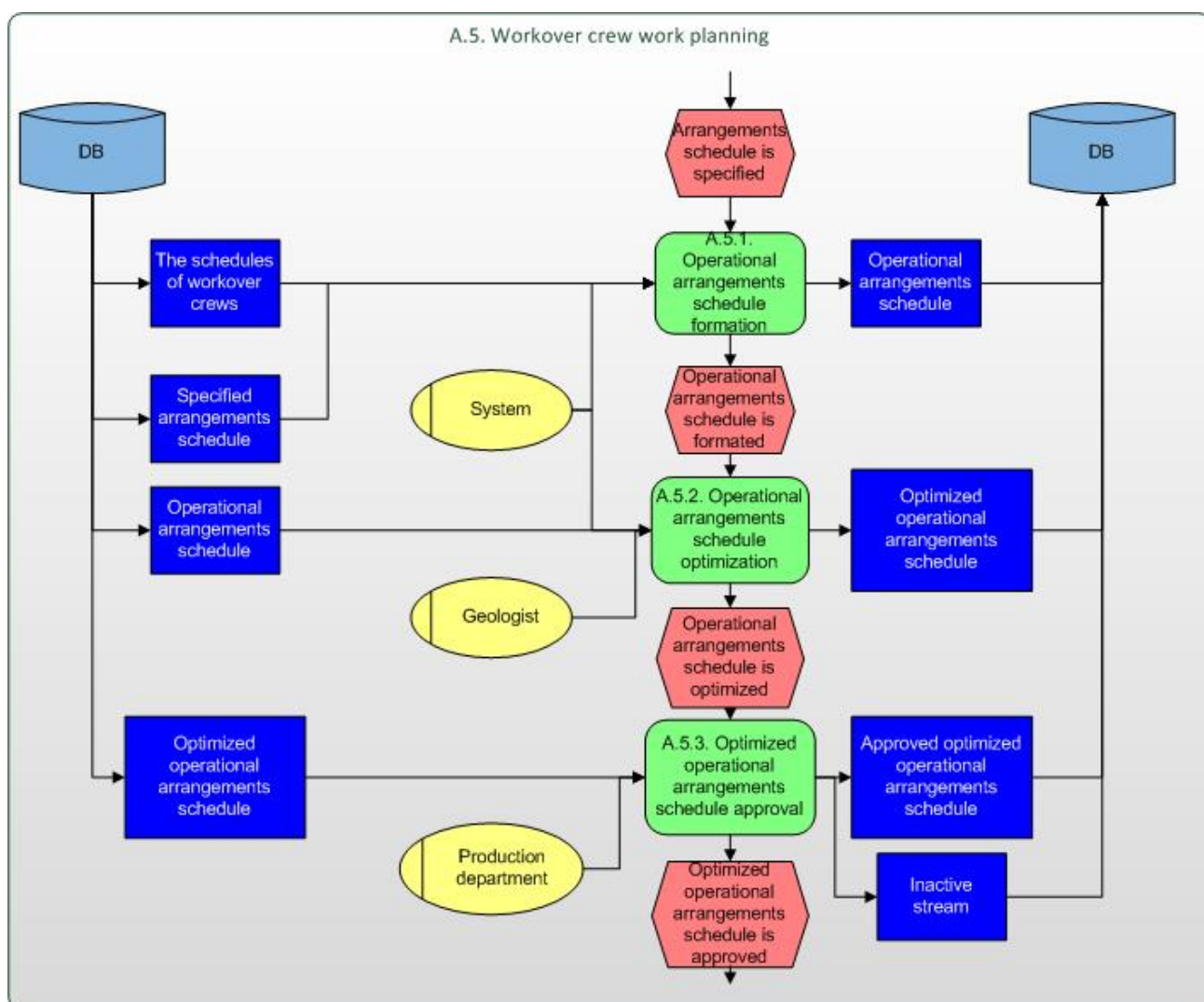


Figure A.6 - «Workover crew work planning» process description

Таблица A.5 - «Workover crew work planning» process description

Code	Function	Input data	Output data
A.5.1.	Operational arrangements schedule formation	1. The schedules of workover crews in system 2. Specified arrangements schedule	1. Operational arrangements schedule
A.5.2.	Operational arrangements schedule optimization	1. Operational arrangements schedule	1. Optimized operational arrangements schedule
A.5.3.	Optimized operational arrangements schedule approval	1. Optimized operational arrangements schedule	1. Approved optimized operational arrangements schedule 2. Inactive stream

Thus, the information system under development must not only be multifunctional, but also implement production data integration with already

existing information systems at the enterprise, and also be able to flexibly react to all technological and economic changes (appearance of new candidate wells selection methods and GTA selection). New information systems can appear at the enterprise, it is necessary to be able to integrate our information system with them with the minimum efforts.

The detailed requirements list for information system is presented in "Appendix B".

ПРИЛОЖЕНИЕ Б ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

Группы требований

Символ	Группа требований
F	Общие функциональные требования
V	Требования к вариантам использования
FA	Требования к алгоритмам работы функций
I	Требования к интерфейсу пользователя
DR	Требования к составу данных
DF	Требования к представлению данных
D	Требования к описанию данных
R	Требования к отчетам
C	Требования к управлению справочниками и классификаторами
P	Требования к средствам интеграции
A	Требования к администрированию, управлению доступом и безопасностью системы
AR	Требования к правам доступа
TS	Требования к техническому обеспечению
SR	Требования к программному обеспечению
IS	Требования к информационной безопасности системы

[F] Общие требования к системе

Код требования	Требования	Примечания
F.01.00	Общие требования	
F.01.01	Работа пользователя с Системой должна быть организована в режиме он-лайн через тонкий клиент (интернет-браузер)	С использованием одного из браузеров: IE версии 10 и выше, Firefox 16.0 и выше, Chrome 26.0 и выше, Safari 3 и выше, Opera 12.10 и выше

Код требования	Требования	Примечания
F.01.02	В Системе должен быть предусмотрен пользовательский интерфейс для осуществления всех основных и вспомогательных комплексов задач управления ГТМ	
F.01.03	Доступ к Системе должен быть обеспечен посредством интернет-сайта, находящегося во внутренней сети предприятия	
F.01.04	Система должна давать возможность включения в свой состав уже существующих и потенциально возможных на предприятии систем и методов	
F.02.00	Формирование информации	
F.02.01	После ввода данных Система должна произвести первичный контроль по наличию данных в обязательных полях, а также корректность введенных данных согласно установленному формату	Проверка должна осуществляться на стороне клиента с помощью регулярных выражений и на стороне сервера с помощью системы управления БД
F.02.02	Система при работе браузера должна иметь возможность работать с файлом cookie и локальным хранилищем для сохранения пользовательских настроек.	Данные авторизации не сохраняются. Сохраняются настройки используемого языка и оформления.
F.02.03	Система должна проверять актуальность используемых данных.	
F.03.00	Представление информации	
F.03.01	Представление исходных и рассчитанных данных должно происходить в табличном, текстовом и графическом форматах	

[V] Требования к вариантам использования

Код требования	Вариант использования	Класс пользователя
V.01.00	Требования к основным вариантам использования	
V.01.01	AD – лицо, отвечающее за обеспечение целостного функционирования системы, осуществление мониторинга, управления пользователями. Администратор обладает максимальными правами.	AD
V.01.02	OP – специалист-геолог, выполняющие работы по выполнению процессов, информационному наполнению системы и контролю корректности данных.	OP
V.01.03	MD – лицо или группа лиц, являющиеся источником данных, участвующие в согласовании и утверждении полученных результатов.	MD

[FA] Требования к алгоритмам работы функций

Код требования	Код функции	Функция	Пользователи
FA.01.00	A.1.	Актуализация данных	
FA.01.01	A.1.1.	Заполнение классификаторов	MD
FA.01.02	A.1.2.	Получение записей журнала остановок	MD
FA.01.03	A.1.3.	Получение предложений из «Шахматки»	MD
FA.01.04	A.1.4.	Получение данных ГДИС, ГИС и ПГИ	MD
FA.01.05	A.1.5.	Получение паспортных данных скважин	MD
FA.01.06	A.1.6.	Получение расписаний бригад КРС	MD
FA.01.07	A.1.7.	Получение истории остановок	MD
FA.01.08	A.1.8.	Дополнение и корректировка данных	OP
FA.02.00	A.2.	Отбор скважин-кандидатов для ГТМ	
FA.02.01	A.2.1.	Настройка параметров для отбора скважин-кандидатов	OP
FA.02.02	A.2.2.	Расчёт геологического потенциала	

Код требования	Код функции	Функция	Пользователи
FA.02.03	A.2.3.	Применение методики ОАО «Газпром»	
FA.02.04	A.2.4.	Анализ оперативных остановок	
FA.02.05	A.2.5.	Прогноз параметров	
FA.02.06	A.2.6.	Оценка технологического состояния	
FA.02.07	A.2.7.	Выбор скважин из предложенных	OP
FA.03.00	A.3.	Выбор ГТМ	
FA.03.01	A.3.1.	Выбор ГТМ	OP
FA.03.02	A.3.2.	Согласование списка скважин и ГТМ	MD
FA.04.00	A.4.	Оценка технологической и экономической эффективности	
FA.04.01	A.4.1.	Получение профилей добычи	MD
FA.04.02	A.4.2.	Вычисление показателей инвестиционного проекта	
FA.04.03	A.4.3.	Оценка отклонения от ТР	
FA.04.04	A.4.4.	Оценка равномерности разработки месторождения	
FA.04.05	A.4.5.	Оценка улучшения потенциала добычи	
FA.04.06	A.4.6.	Уточнение списка скважин и ГТМ	MD
FA.05.00	A.5.	Планирование работы бригад КРС	
FA.05.01	A.5.1.	Формирование оперативного плана-графика	
FA.05.02	A.5.2.	Оптимизация оперативного плана-графика	OP
FA.05.03	A.5.3.	Утверждение оперативного плана-графика	MD
FA.06.00	Б.1.	Управление пользователями	
FA.06.01	Б.1.1.	Изменение пользовательских данных	AD
FA.06.02	Б.1.2.	Авторизация	OP, MD

Код требования	Код функции	Функция	Пользователи
FA.07.00	Б.2.	Мониторинг	
FA.07.01	Б.2.1.	Выполнение действий пользователем	OP, MD
FA.07.02	Б.2.2.	Фиксация действий пользователя	AD

Описание спецификаций к требованиям приведены в приложении (см. Приложение 1.[FA] Требования к алгоритмам работы функций).

[I] Требования к интерфейсу пользователя

Код требования	Требования	Примечания
I.01.00	Общие требования	
I.01.01	Пользователь должен иметь возможность доступа к информации путём перехода по гиперссылкам системы	Используются возможности браузера: навигация, управление вкладками и окнами
I.01.02	Не должно быть кнопок без имени или не помеченных специальной иконкой	
I.01.03	Интерфейс пользователя должен быть унифицированным для различных приложений, включая справочники и классификаторы	
I.01.04	Все графические элементы (если их отображение отключено у пользователя) должны заменяться альтернативным текстом	
I.02.00	Требования к элементам управления	
I.02.01	Обязательные для заполнения пустые поля или некорректно заполненные поля должны помечаться.	Возможно использование специального знака или рамки
I.02.02	Поля, находящиеся в фокусе у пользователя, должны	Возможно использование специального знака или рамки, но

Код требования	Требования	Примечания
	помечаться.	отличающихся от пункта I.02.01
I.02.04	Пользователю должны быть недоступны для редактирования информация, связанная с организацией интерфейса	
I.03.00	Требования к параметрам отбора (поиска информации)	
I.03.01	Система должна позволять пользователю фильтровать данные в таблицах по выбранному столбцу.	
I.03.02	Система должна позволять пользователю сортировать данные в таблицах по выбранному столбцу.	
I.03.03	Каждый запрос должен сопровождаться строкой состояния прогресса и предположительным временем окончания запроса	
I.04.00	Требования к интерфейсам	
I.04.01	Требования к интерфейсу дополнения и корректировки данных	Интерфейс должен позволять работать со всеми данными, включая записи Журнала остановок, «Шахматки», «Планов ГДИС, ГИС и ПГИ», расписания бригад КРС.
I.04.02	Требования к интерфейсу настройки параметров для отбора скважин-кандидатов	
I.04.03	Требования к интерфейсу выбора скважин из предложенных	Интерфейс должен содержать информацию о предлагаемых скважинах, полученных по заявленным параметрам в I.04.06. Также интерфейс должен позволять настроить ГТМ для скважин.

Код требования	Требования	Примечания
I.04.04	Требования к интерфейсу согласования списка скважин и ГТМ	
I.04.05	Требования к интерфейсу уточнения списка скважин и ГТМ	Интерфейс должен содержать оценки технологической и экономической эффективности
I.04.06	Требования к интерфейсу оптимизации оперативного плана-графика	
I.04.07	Требования к интерфейсу утверждения оперативного плана-графика	
I.04.08	Требования к интерфейсу изменения пользовательских данных	Должен также позволять просматривать действия пользователей.
I.04.09	Требования к интерфейсу авторизации	

[DR] Требования к составу данных

Код требования	Наименование документа	Код требования к алгоритму
DR.01.00	Состав данных	
DR.01.01	Состав паспортных данных скважин	FA.01.05, FA.01.08, FA.02.02, FA.02.03, FA.02.04, FA.02.05, FA.02.06, FA.04.03, FA.04.04, FA.04.05
DR.01.02	В состав данных 3Д моделирования должны входить: год, значение профиля добычи, месторождение.	FA.01.08, FA.04.01, FA.04.02
DR.01.03	В состав данных предложений из «Шахматки» должны	FA.01.03,

Код требования	Наименование документа	Код требования к алгоритму
	входить: тип работ, дата начала предполагаемого мероприятия, совместимость с другими мероприятиями, информация о состоянии предложения.	FA.01.08, FA.02.07, FA.03.01
DR.01.04	В состав данных записей журнала остановок должны входить: дата создания заявки, тип работ, месторождение, куст скважин, скважина, название предложения, дата проведения, подразделение, описание.	FA.01.02, FA.01.08, FA.02.07, FA.03.01
DR.01.05	В состав данных планов ГДИС, ГИС и ПГИ должны входить: версия, номер скважины, вид исследования, дата начала, примечание.	FA.01.04, FA.01.08, FA.02.07, FA.03.01
DR.01.06	Состав данных классификатора.	FA.01.01, FA.01.08, FA.02.01, FA.02.07, FA.03.01, FA.04.02
DR.01.07	В состав данных расписания бригад КРС должны входить: название подрядчика, номер бригады, состояние, обслуживаемые месторождения, тип, время начала и окончания рабочего дня на месяц.	FA.01.06, FA.01.08, FA.05.01
DR.01.08	В состав пользовательских данных должны входить: логин (имя пользователя), пароль, состояние (он-лайн или офф-лайн), перечень доступных модулей и возможностей.	FA.06.01, FA.06.02

[DF] Требования к представлению данных

Код требования	Требования	Примечания
DF.01.00	Представление данных	
DF.01.01	Для данных в формате даты при редактировании должен отображаться календарь.	
DF.01.02	Данные в формате логической переменной должны отображаться в виде элемента checkbox с возможными двумя состояниями: отмечено или не	

Код требования	Требования	Примечания
	отмечено.	
DF.01.03	Данные в числовом формате должны отображаться в виде элемента, позволяющего вводить только числа с возможностью уменьшения и увеличения последнего разряда на единицу.	
DF.01.04	Данные, представляющие собой внешний ключ, должны отображаться в виде выпадающего списка с возможностью выбора одного из вариантов, на которые они ссылаются.	
DF.01.05	Данные уникальных идентификаторов должны быть недоступными для изменения их значения.	В случае если уникальный идентификатор является внешним ключом, допустим выбор другого варианта в соответствии с требованием DF.01.03
DF.01.06	Данные с перечисляемым типом (массивы) должны отображаться в виде кнопки-ссылки на список.	

[D] Требования к описанию данных

Код требования	Требования	Примечания
D.01.00	Требования к составу описания характеристик объекта данных	Приложение 1.[D.01.00] Требования к описанию характеристик объекта данных

[C] Требования к управлению справочниками и классификаторами

Код требования	Требования	Примечания
C.01.00	Общие требования	
C.01.01	Обязательно наличие ограничения первичного ключа для всех справочников	
C.01.02	Все справочники поддерживают операции: Добавить, Отредактировать, Удалить	

Код требования	Требования	Примечания
С.02.00	Требования по формированию данных	
С.02.01	Должна быть возможность редактирования записи справочника.	при этом создается новая версия данной записи, которая становится актуальной

[Р] Требования к средствам интеграции

Код требования	Требования	Примечания
Р.01.00	Общая авторизация пользователей с подсистемами	Приложение 1.[Р.01.00]
Р.02.00	Интеграция с внешними системами	
Р.02.01	Состав интегрируемых данных	Приложение 1.[Р.02.01]
Р.02.02	Порядок интеграции	Приложение 1.[Р.02.02]
Р.03.00	Внутренняя интеграция	
Р.03.01	Состав выгружаемых данных	Приложение 1.[Р.03.01]
Р.03.02	Формат выгружаемых данных	Приложение 1.[Р.03.02]

Описание спецификаций к требованиям приведены в Приложении (см. Приложение 1.[Р] Требования к средствам интеграции).

[А] Требования к администрированию, управлению доступом и безопасностью системы

Код требования	Требования	Примечания
А.01.00	Управление пользователями и правами доступа	
А.01.01	Управление пользователями и правами доступа должно осуществляться из единого интерфейса	
А.01.02	Качество пароля	Приложение 1.[А.01.02]
А.02.00	Мониторинг доступа к сервисам Системы	
А.02.01	Формирование данных по пользователям	

Код требования	Требования	Примечания
A.02.02	Формирование данных о доступе к Системе	
A.02.03	Формирование данных о доступе к ресурсам с помощью единой площадки агрегации и поиска контента	
A.03.00	Требования к мониторингу работоспособности системы	
A.03.01	Оповещение администратора	Приложение 1.[A.03.01]
A.03.02	Формирование отчета об изменении параметров производительности во времени	

Описание спецификаций к требованиям приведены в приложении (см. Приложение 1.[A] Требования к администрированию, управлению доступом и безопасностью системы).

[AR] Требования к правам доступа

Права доступа классов пользователей системы определяется в соответствии с требованиями к *[V] Требования к вариантам использования* и *[FA] Требования к алгоритмам работы функций*.

[TS] Требования к техническому обеспечению

Код требования	Требования	Примечания
TS.01.00	Общие требования	
TS.02.00	Требования к видам технических средств	
TS.02.01	Общие требования к техническим средствам	Приложение 1.[TS.02.01]
TS.02.02	Требования к составу технических средств	Приложение 1.[TS.02.02]
TS.03.00	Требования к функциональным, конструктивным и эксплуатационным характеристикам средств технического обеспечения системы	
TS.03.01	Требования к серверу маршрутизации базы данных	Приложение 1.[TS.03.01]
TS.03.02	Требования к серверу маршрутизации	Приложение 1.[TS.03.02]
TS.03.03	Требования к вычислительным средствам клиентской	Приложение

Код требования	Требования	Примечания
	части	1.[TS.03.03]

Описание спецификаций к требованиям приведены в приложении (см. Приложение 1.[TS] Требования к техническому обеспечению).

[SR] Требования к программному обеспечению

Код требования	Требования	Примечания
SR.01.00	Общие требования	
SR.01.01	Перечень покупных программных средств ПО	Приложение 1.[SR.01.01]
SR.01.02	Обеспечение одновременной работы	Приложение 1.[SR.01.02]
SR.02.00	Требования к независимости программных средств от используемых средств вычислительной техники и операционной среды	
SR.02.01	Требования к системному ПО	
SR.02.02	Требования к прикладному и специальному ПО	
SR.03.00	Требования к качеству программных средств, а также к способам его обеспечения и контроля	Приложение 1.[SR.03.00]

Описание спецификаций к требованиям приведены в приложении (см. Приложение 1.[SR] Требования к программному обеспечению).

[IS] Требования к информационной безопасности системы

Код требования	Требования	Примечания
IS.01.00	Общие требования	Приложение 1.[IS.01.00]
IS.01.01	Наличие внешнего и внутреннего контура для чтения данных в системе	
IS.01.02	Наличие отдельного интерфейса для редактирования данных	
IS.01.03	Разделение по правам чтение/запись на уровне доступа к базе данных, при помощи использования разных профилей пользователей	Согласно требованиям [AR]

Код требования	Требования	Примечания
IS.01.04	Наличие средств защиты от общих угроз безопасности	См. IS.04.00
IS.02.00	Требования к внешнему контуру	
IS.02.01	Общедоступность определенной группы функций незарегистрированным пользователям	Согласно требованиям [AR]
IS.03.00	Требования к внутреннему контуру	
IS.03.01	Наличие процедур авторизации и аутентификации	Приложение 1.[IS.03.01]
IS.03.02	Шифрование передаваемых к пользователю данных, с помощью используемых в системе программных продуктов	Приложение 1.[IS.03.02]
IS.04.00	Требования к средствам защиты от общих угроз безопасности	
IS.04.01	Наличие средств защиты от общих угроз безопасности	Приложение 1.[IS.04.01]
IS.04.02	Проводимые меры для защиты от общих угроз безопасности	Приложение 1.[IS.04.02]

Описание спецификаций к требованиям приведено в приложении (см. Приложение 1.[IS] Требования к информационной безопасности системы).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Спецификации требований

Приложение 1.[FA] Требования к алгоритмам работы функций

Приложение 1.[FA.02.02] А.2.2. - Расчёт геологического потенциала

Метод применяется только для нефтяных скважин. Расчёт ведётся на основании атрибутов скважин и пластов (см. Приложение 1.[DR.01.01] - Состав паспортных данных скважин), а также сценарных условий (см. Приложение 1.[DR.01.06] – Состав данных классификатора). В список скважин попадают те, у которых рассчитанный дебит по нефти оказывается ниже, чем в последнем утверждённом ТР.

Метод расчёта отличается для скважин в зависимости от проведения ГРП (гидроразрыв пласта).

Итогом метода является расчёт трёх параметров: дебит нефти, индекс kh , индекс доходности (PI).

$$kh = \sum ([\text{Проницаемость пласта}]_i * [\text{Мощность пласта}]_i)$$

$$PI = \left(\frac{kh}{18.41 * [\text{Вязкость пласта}] * \ln \left(\frac{[\text{Радиус контура питания}]}{[\text{Радиус скважины}]} \right)} - 0.75 \right) + [\text{Площадь контура}]$$

$$[\text{Дебит}] = [\text{Дебит по жидкости}] * [1 - WC] * [\text{Плотность нефти}]$$

Если каких-либо данные отсутствуют для расчёта показателей, должно происходить оповещение оператора.

Приложение 1.[FA.02.04] А.2.4. - Анализ оперативных остановок

Метод применяется для всех скважин, имеющих оперативные остановки за последний год.

Если скважина не имеет оперативных остановок за годичный период, то анализ ведётся на основе эталонной скважины – наиболее близкой по параметрам скважины выбранного месторождения (см.

Приложение 1.[DR.01.01] - Состав паспортных данных скважин). При этом эталонная скважина обязательно должна иметь остановки за последний год.

Если скважина не имеет эталонной скважины, то Анализ оперативных остановок для неё не проводится.

Шаги алгоритма:

- Рассчитывается периодичность проведения конкретных видов ГТМ
- Определяется дата проведения последнего на данный момент ГТМ определённого типа
- К дате последнего проведённого ГТМ прибавляется рассчитанный период между проведением однотипных работ
- Если полученная дата находится в месяце планирования списка скважин и ГТМ, то скважина вносится в список

Приложение 1.[FA.02.05] A.2.5. - Прогноз параметров

Метод применяется для всех скважин месторождения, независимо от их состояния.

В качестве основы метода используются параметры скважин (см. Приложение 1.[DR.01.01] - Состав паспортных данных скважин). Прогнозирование ведётся только по тем параметрам, у которых заданы верхняя и/или нижняя критические границы.

Период прогнозирования должен определяться как 30 дней (усреднённая длительность месяца). Должен использоваться линейный тип интерполяции. Если за прогнозируемый период какой-либо параметр выходит за критические границы, то скважина попадает в список.

Приложение 1.[FA.02.06] A.2.6. - Оценка технологического состояния

Метод должен пройти дополнительное обсуждение с заказчиком.

Приложение 1.[FA.04.02] А.4.2. - Вычисление показателей инвестиционного проекта

Перечень показателей инвестиционного проекта включает в себя:

- Срок окупаемости (PP)
- Индекс доходности (PI)
- Чистый подоходный доход (NPV)

На вход принимаются данные 3Д моделирования и данные классификатора (см. Приложение 1.[DR.01.06] - Состав данных классификатора).

Алгоритм:

1) Расчёт выручки от реализации продукта:

$$\begin{aligned} [\text{Выручка}] &= ([\text{Цена реализации}] - [\text{Цена транспортировки}]) \\ &\quad * [\text{Прирост из систем 3Д моделирования}] \end{aligned}$$

2) Расчёт НДС:

$$\begin{aligned} [\text{Расчётный НДС}] \\ &= -[\text{НДС}] * [\text{Прирост из систем 3Д моделирования}] \end{aligned}$$

3) Расчёт издержек на реагенты:

$$\begin{aligned} [\text{Издержки на реагенты}] \\ &= -[\text{Цена реагентов}] \\ &\quad * [\text{Прирост из систем 3Д моделирования}] \end{aligned}$$

4) Расчёт налога на прибыль и НДС

$$\begin{aligned} [\text{Налог на прибыль}] \\ &= -[\text{Налоговая ставка}] * ([\text{Выручка}] - [\text{Стоимость ГТМ}]) \end{aligned}$$

$$\text{НДС} = [\text{Ставка НДС}] * ([\text{Цена ГТМ}] - [\text{Выручка}])$$

5) Расчёт коэффициентов CF

$$\begin{aligned} CF &= [\text{Выручка}] - [\text{Цена ГТМ}] + [\text{Расчётный НДС}] \\ &\quad + [\text{Издержки на реагенты}] + [\text{Налог на прибыль}] + \text{НДС} \end{aligned}$$

6) Расчёт показателей инвестиционного проекта

$$NPV = CF$$

$$PI = \left(\frac{NPV}{[\text{Цена ГТМ}]} \right) + 1$$

$$PP = 0, \text{ если } CF < 0, \text{ иначе } PP = \sum [CF \text{ при расчёте на 24 года}]$$

Приложение 1.[FA.05.01] А.5.1. - Формирование оперативного плана-графика

Выбранные работы в уточнённом списке скважин и ГТМ совмещаются с действующими бригадами КРС в соответствии с их расписанием. Планирование происходит на месяц по дням.

Построение оперативного плана-графика происходит таким образом, чтобы одна и та же бригада не была задействована одновременно на нескольких работах. График строится с его автоматической оптимизацией, целью которой является уменьшение суммарного времени простоя скважин.

Все полученные в результате построения графика конфликты могут подвергнуться коррективам на следующих этапах.

Приложение 1.[DR] Требования к составу данных

Требование [DR.01.01] - Состав паспортных данных скважин

В состав паспортных данных скважин должны входить:

1. Данные скважин: номер отвода ПСМ, рекомендуемый период смены НКТ, межремонтный промежуток, удлинение на забой, текущий забой, диаметр штуцера, альтитуда, категория, состояние, интервал перфорации, диаметр эксплуатационной колонны, глубина НКТ, диаметр НКТ, толщина стенки НКТ. А также типоразмер спущенного глубинного оборудования; дебиты по нефти, газу и воде; буферное давление, затрубное давление, забойное давление, радиус скважины, радиус контура питания, время работы в сутки по скважинам. Утверждённые месячные эксплуатационные рапорты, отчёты ТР.

2. Данные пластов: вязкость, плотность нефти, скин-фактор, коэффициент WC , мощность пласта, проницаемость пласта, пластовое давление, глубина разрабатываемого пласта.

3. Данные кустов и месторождений: плановое количество скважин, геологические запасы газа, извлекаемые запасы газа, геологические запасы конденсата, извлекаемые запасы конденсата, геологические запасы нефти, извлекаемые запасы нефти, геологические запасы растворённого газа, извлекаемые запасы растворённого газа.

4. Значения параметров: название, значение, верхние и нижние критические границы технологических параметров.

Отображение и редактирование данных осуществляется согласно требованиям к интерфейсу (см. Приложение 1.[I.04.05] Требование к структуре разделов сайта).

Требование [DR.01.06] – Состав данных классификатора.

В состав паспортных данных скважин должны входить:

1. Сценарные условия: название и значение.
2. Справочных значения: название и значение.
3. Данные оборудования: плановое глубинное оборудование, плановое глубинное оборудование НКТ, цена.
4. Шаблоны ГТМ: название, вид ГТМ
5. Операции: название, количество, вид вводимой информации, порядковый номер, описание, ручной ввод
6. Нормативы: название, формула, файл.
7. Единицы измерения: название.

Отображение и редактирование данных осуществляется согласно требованиям к интерфейсу (см. Приложение 1.[I.04.05] Требование к структуре разделов сайта).

Приложение 1.[D] Требования к описанию данных

Приложение 1.[D.01.00] Требования к описанию характеристик объекта данных

Код требования	Наименование атрибута	Тип данных	Примечания
D.01.01	Паспортные данные		

Код требования	Наименование атрибута	Тип данных	Примечания
	<i>скважин</i>		
D.01.01.01	<i>Данные скважин</i>		
	Номер отвода ПСМ	Целочисленный	
	Рекомендуемый период смены НКТ	Дата-время	
	Межремонтный промежуток	Дата-время	
	Удлинение на забой	Числовой	
	Текущий забой	Числовой	
	Диаметр штуцера	Числовой	
	Альтитуда	Числовой	
	Категория	Числовой	
	Состояние	Числовой	
	Интервал перфорации	Числовой	
	Диаметр эксплуатационной колонны	Числовой	
	Глубина НКТ	Числовой	
	Диаметр НКТ	Числовой	
	Толщина стенки НКТ	Числовой	
	Типомер спущенного глубинного оборудования	Числовой	
	Дебит по нефти	Числовой	
	Дебит по газу	Числовой	
	Дебит по воде	Числовой	
	Буферное давление	Числовой	
	Затрубное давление	Числовой	
	Забойное давление	Числовой	

Код требования	Наименование атрибута	Тип данных	Примечания
	Радиус скважины	Числовой	
	Радиус контура питания	Числовой	
	Время работы в сутки	Числовой	
	Утверждённый месячный эксплуатационный рапорт	Файловый	
	Отчёт ТР	Файловый	
D.01.01.02	<i>Данные пластов</i>		
	Вязкость	Числовой	
	Плотность нефти	Числовой	
	Скин-фактор	Числовой	
	Коэффициент WC	Числовой	
	Мощность пласта	Числовой	
	Проницаемость пласта	Числовой	
	Пластовое давление	Числовой	
	Глубина разрабатываемого пласта	Числовой	
D.01.01.03	<i>Данные кустов и месторождений</i>		
	Плановое количество скважин	Целочисленный	
	Геологические запасы газа	Числовой	
	Извлекаемые запасы газа	Числовой	
	Геологические запасы конденсата	Числовой	
	Извлекаемые запасы конденсата	Числовой	

Код требования	Наименование атрибута	Тип данных	Примечания
	Геологические запасы нефти	Числовой	
	Извлекаемые запасы нефти	Числовой	
	Геологические запасы растворённого газа	Числовой	
	Извлекаемые запасы растворённого газа	Числовой	
D.01.01.04	<i>Значения параметров</i>		
	Название	Текстовый (30)	
	Значение	Числовой	
	Верхняя критическая граница	Числовой	
	Нижняя критическая граница	Числовой	
D.01.02.	<i>Данные 3Д моделирования</i>		
	Год	Целочисленный	
	Значение профиля добычи	Целочисленный	
	Месторождение		
D.01.03	<i>Данные предложений из «Шахматки»</i>		
	Тип работ	Текстовый (100)	
	Дата начала предполагаемого мероприятия	Дата-время	
	Совместимость с другими мероприятиями	Логический	Совместимо или не совместимо
	Информация о состоянии предложения	Логический	Выполнено или не выполнено

Код требования	Наименование атрибута	Тип данных	Примечания
D.01.04	<i>Данные журнала остановок</i>		
	Дата создания заявки	Дата-время	
	Тип работ	Текстовый (100)	
	Месторождение	Текстовый (20)	
	Куст скважин	Текстовый (10)	
	Скважина	Текстовый (10)	
	Название предложения		
	Подразделение	Текстовый (30)	
	Дата проведения	Дата-время	
	Примечание	Текстовый (255)	
D.01.05	<i>Данные планов ГДИС, ГИС и ПГИ</i>		
	Версия	Текстовый (10)	Проект, утверждён, устарел
	Номер скважины	Текстовый (10)	
	Номер куста	Текстовый (10)	
	Вид исследования	Текстовый (50)	
	Длительность проведения исследования	Дата-время	
	Дата начала	Дата-время	
	Примечание	Текстовый (255)	
D.01.06	<i>Данные классификатора</i>		
D.01.06.01	<i>Справочные значения</i>		
	Название	Текстовый (30)	Налог на прибыль, НДС, дисконт, коэффициент CF
	Значение	Числовой	

Код требования	Наименование атрибута	Тип данных	Примечания
D.01.06.02	<i>Сценарные условия</i>		
	Название	Текстовый (30)	Цена единовременных затрат на проведение ГТМ на скважине, цена транспортировки, цена реализации нефти/газа, НДС, химические реагенты
	Значение	Числовой	
D.01.06.03	<i>Данные оборудования</i>		
	Плановое глубинное оборудование	Текстовый (50)	
	Плановое глубинное оборудование НКТ	Текстовый (50)	
	Цена	Числовой	
D.01.06.04	<i>Единицы измерения</i>		
	Название	Текстовый (30)	
D.01.06.05	<i>Шаблоны ГТМ</i>		
	Название	Текстовый (50)	
	Вид ГТМ	Текстовый (30)	
D.01.06.06	<i>Операции</i>		
	Название	Текстовый (30)	
	Количество	Числовой	Условная характеристика, применяется, если не подвязан норматив или не задан Ручной ввод
	Вид вводимой информации	Текстовый (30)	Пояснение к данным, установленным в Количество
	Порядковый номер	Целочисленный	Порядковый номер в шаблоне ГТМ
	Описание	Текстовый (255)	
	Ручной ввод	Числовой	Применяется, если к операции не подвязан норматив

Код требования	Наименование атрибута	Тип данных	Примечания
D.01.06.07	<i>Нормативы</i>		
	Название	Текстовый (30)	
	Формула	Текстовый (300)	Среди всех возможных вариантов задания норматива (Ручной ввод и Количество в операции) Формула является самым приоритетным
	Файл	Файловый	Не обязательное поле
D.01.07	<i>Данные расписания бригад КРС</i>		
	Название подрядчика	Текстовый (30)	
	Номер бригады	Текстовый (10)	
	Состояние	Логический	Активная или неактивная на время планирования
	Обслуживаемые месторождения	Список	
	Тип	Текстовый (10)	КРС, ГДИС или ПГИ
	Время начала рабочего дня	Дата-время	
	Время окончания рабочего дня	Дата-время	

Приложение 1.[Р] Требования к средствам интеграции

Приложение 1.[Р.01.00] Общая авторизация пользователей с подсистемами

Пользователь должен иметь единую точку входа в систему. Единой точкой входа в систему должен являться сайт, находящийся во внутренней сети предприятия.

Приложение 1.[Р.02.01] Состав интегрируемых данных

Состав интегрируемых данных представлен в группе требований 3.[DR] Требования к составу данных.

Приложение 1.[P.02.02] Порядок интеграции

Для процедуры интеграции должны быть определены:

- инструмент интеграции;
- регламент проведения интеграции;
- периодичность проведения интеграции.

Интеграция Системы с системами ОАО «Газпром» должна происходить в следующем порядке:

- интеграция с подсистемами «Шахматка» и «Журнал остановок»;
- интеграция с подсистемой «Оперативный контроль показателей»;
- интеграция с подсистемой «Технологические режимы»;
- интеграция с подсистемой «Месячные эксплуатационные рапорты»;
- интеграция с системами 3Д моделирования.

Приложение 1.[P.03.01] Состав выгружаемых данных

Состав выгружаемых данных представлен в группе требований 3.[DR] Требования к составу данных.

Приложение 1.[P.03.02] Формат выгружаемых данных

Формат данных источника и получателя данных должен быть единым. Обмен данными между интегрируемыми системами должен происходить в формате XML. Если формат данных в источнике не совпадает с форматом данных Системы, то должна быть проведена процедура по преобразованию данных в требуемый формат.

Приложение 1.[A] Требования к администрированию, управлению доступом и безопасностью системы

Приложение 1.[A.01.02] Качество пароля

Устанавливаются следующие требования:

- минимальная длина пароля 16 символов;

- символы обязательные к использованию в пароле: цифры, заглавные и строчные латинские буквы, специальные символы;
- пароль не должен начинаться с цифры;
- устанавливать период, после которого пароль должен быть изменен.

Приложение 1.[A.03.01] Оповещение администратора

Оповещение администратора о работе в режиме максимальной нагрузки при достижении указанного параметра

- размер занимаемого дискового пространства;
- размера таблиц БД;
- объёма оперативной памяти;
- загрузки выделенных процессоров.

Приложение 1.[TS] Требования к техническому обеспечению

Приложение 1.[TS.02.01] Общие требования к техническим средствам

Конфигурация технических средств должна обеспечивать возможность масштабирования и учитывать уровень обеспечения комплекса технических средств (КТС), а также не зависеть от количества пользователей и подключений к ресурсам Системы. Технические средства должны обеспечивать режим работы системы 24x7.

Приложение 1.[TS.02.02] Требования к составу технических средств

В состав КТС Системы должны входить следующие компоненты:

- серверное оборудование, включая КТС хранения данных;
- оборудование клиентских рабочих станций;
- активное и пассивное сетевое оборудование;
- средства резервного копирования.

Технические требования к КТС должны быть определены после проведения апробации опытной технологической площадки функционирования Системы.

Приложение 1.[TS.03.01] Требования к серверу маршрутизации и базы данных

Сервер предназначен для хранения данных, а также для размещения справочника пользователей, отвечает за маршрутизацию запросов от пользователей на сервера центральной части.

Аппаратное обеспечение:

- Сервер для установки в стойку (Power Edge R415)
- Процессор: ADM Operation™ серии 4300
- ОП: 32 Гб (до 1600 млн. оп/с)
- RAID – адаптер: дисковая подсистема PERC H700 (6 Гбит/с) с энергонезависимым кэшем (резервное питание от аккумулятора), 2 x 1000 Гб
- Двухпортовая сетевая карта Broadcom 5716 Gigabit: каждый порт 1 Гбит/с
- Питание: 2x500Вт

Приложение 1.[TS.03.03] Требования к вычислительным средствам клиентской части

Клиентская часть Системы включает:

- рабочие станции для доступа к Системе;
- компьютеры администраторов Системы – рабочие места администраторов.

Каждая из групп предъявляет особые требования к организации рабочих мест. В пояснительной записке к техно-рабочему проекту приводятся рекомендуемые минимальные конфигурации рабочих мест для соответствующих категорий пользователей.

Основой технической архитектуры Системы является семейство протоколов TCP/IP. Технические средства обеспечивают решение задач по

сбору, хранению и управлению данными на основе активного сетевого оборудования, серверного комплекса, накопителей баз данных и файловых архивов долговременного хранения.

Безопасность и производительность взаимодействия серверного комплекса обеспечивается построением структурированной ЛВС на базе коммутирующего активного сетевого оборудования с возможностью организации виртуальных локальных сетей (VLAN) и кабельной системы.

Функциональную логику работы Системы и взаимодействие пользователей с серверами баз данных определяют серверы приложений, при выборе которых должны быть учтены следующие требования:

- возможность использования приложений как под управлением ОС Windows, так и под управлением ОС семейства UNIX;
- разграничение доступа на физическом уровне к приложениям для различных категорий пользователей.

Серверы общесистемной инфраструктуры обеспечивают предоставление сервисов – Web, DNS, LDAP, HTTP, электронная почта.

Сервис резервного копирования реализуется на выделенном сервере. Сервер резервного копирования обеспечивает управление внешними устройствами хранения данных, в том числе при необходимости и подключенными к другим серверам.

Устройство хранения и считывания данных сервера должны обеспечивать высокую производительность за счет использования блочной структуры записей, ориентированных на резервное копирование дисковых структур, томов, файлов и баз данных.

Приложение 1.[SR] Требования к программному обеспечению

Приложение 1.[SR.01.01] Перечень покупных программных средств ПО

Покупные программные средства на сторонах клиента и сервера должны отсутствовать.

Приложение 1.[SR.01.02] Обеспечение одновременной работы

Доступ к информации и работе с Системы посредством сети Интернет должен быть обеспечен для не менее 500 зарегистрированных пользователей в режиме 24x7.

Приложение 1.[SR.03.00] Требования к качеству программных средств, а также к способам его обеспечения и контроля

Создание Системы должно удовлетворять требованиям к качеству программных средств, предъявляемых комплексом стандартов серий ГОСТ 19.XXX и ГОСТ 34.XXX.

Обеспечение качества программных средств Системы и его контроля должно быть достигнуто за счет проектирования Системы в соответствии с функциональными требованиями и проведения следующих работ:

- тестирование - процесс выполнения программы (или части программы) с намерением (или целью) найти ошибки;
- контроль - попытка найти ошибки, выполняя программу в тестовой, или моделируемой, среде;
- испытание - попытка найти ошибки, выполняя программу в заданной реальной среде;
- отладка – установление причины появления ошибки на основе результатов тестирования;
- автономное тестирование - контроль отдельного программного модуля, изолированно от всех остальных модулей;
- тестирование сопряжения - контроль сопряжения между частями Системы (подсистемами, компонентами).
- комплексное тестирование - контроль и / или испытание системы по отношению к исходным целям;
- тестирование приемлемости - проверка соответствия Системы требованиям пользователя.

- тестирование настройки - проверка соответствия каждого конкретного варианта установки Системы с целью выявить любые ошибки, возникшие в процессе настройки.

Приложение 1.[IS] Требования к информационной безопасности системы

Приложение 1.[IS.01.00] Общие требования

Безопасность информации в Системе должна обеспечиваться за счет выполнения следующих функций:

- защиты от несанкционированного доступа к информации, несанкционированных и непреднамеренных воздействий на информацию, а также в результате специальных воздействий;
- защиты от перехвата информации, утечки по техническим и иным каналам, от хищения, утраты, уничтожения, модификации, видоизменения (искажения), блокирования при ее обработке, хранении и передаче по каналам связи;
- защиты от вывода из строя программно–аппаратных средств сбора, обработки, накопления, хранения, поиска и передачи информации, информационных и телекоммуникационных средств;
- обеспечения целостности и доступности информации в сочетании с открытостью и защищенностью;
- антивирусной защиты;
- резервного копирования и восстановления информации при авариях, сбоях в электроснабжении и т.п. ситуациях и обстоятельствах.

Приложение 1.[IS.03.01] Наличие процедур авторизации и аутентификации

Информационная безопасность должна обеспечиваться в соответствии действующими нормативными правовыми актами Российской Федерации о защите информации, к которым относятся:

- Федеральный закон от 27 июля 2006 года № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»;
- Федеральный Закон №152-ФЗ «О персональных данных».

Выделение сегментов, обрабатывающих конфиденциальную информацию, должно производиться на этапе ввода Системы в промышленную эксплуатацию при классификации информации и утверждении перечня информационных ресурсов, на которых обрабатывается конфиденциальная информация.

Безопасность информации Системы должна обеспечиваться за счёт разграничения доступа пользователей и применения парольной защиты путем авторизованного доступа в Систему по персональному имени пользователя (логина) и пароля, включая периодическую смену пароля.

Приложение 1.[IS.03.02] Шифрование передаваемых к пользователю данных, с помощью используемых в системе программных продуктов

Данные, передаваемые по каналам связи, должны шифроваться с помощью протокола HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure).

Для каждого используемого сервиса должен быть установлен сертификат с двумя ключами (публичным и приватным). Каждый сертификат должен быть подписан посредством запроса в Центр сертификации.

Длина ключа для шифрования должна равняться 128 бит.

Приложение 1.[IS.04.01] Наличие средств защиты от общих угроз безопасности

В процессе разработки системы должны быть предусмотрены средства защиты от следующих общих угроз безопасности:

- Ошибки администрирования, в частности, неправильная установка, ошибки при конфигурировании.
- Переход сервиса в небезопасное состояние в результате сбоя или отказа, при начальной загрузке, в процессе или после перезагрузки.

- Маскарад пользователя.
- Подбор/перехват пароля.
- Использование злоумышленником чужого сетевого соединения или интерактивного сеанса (например, путем доступа к оставленному без присмотра терминалу).
- Несанкционированный доступ к данным (на чтение и/или изменение) в процессе их передачи по сети.
- Повреждение или утрата регистрационной, конфигурационной или иной информации, влияющей на безопасность функционирования сервиса (например, из-за повреждения носителей или переполнения регистрационного журнала).
- Агрессивное потребление злоумышленником ресурсов, в частности, ресурсов протоколирования и аудита, а также полосы пропускания.

Приложение 1.[IS.04.02] Проводимые меры для защиты от общих угроз безопасности

Минимальные меры, необходимые для защиты от общих угроз:

1. Установка и настройка программного обеспечения согласно руководствам компании-производителя.
2. Ограничение длительности сессии авторизованных пользователей.
3. Использование ассиметричного шифрования для всех контуров, кроме внешнего, для передачи данных по сети.
4. Невозможность установить пароль длиной менее 16 символов, не содержащий цифробуквенных комбинаций и специальных символов.
5. Включение функций протоколирования, с ограничением максимального размера журнала. Протоколирование должно включать в себя данные о входе/выходе каждого пользователя, с датой, временем и результатом (удачная/неудачная попытка), данные о активности пользователя во время сессии.

6. Проведение комплексных мер предупреждения DDoS атак.
7. Регулярное резервное копирование данных и их окружения.
8. Установления порядка обновления, хранения, уничтожения электронных документов;
9. Периодического обновления антивирусных баз средств антивирусной защиты в соответствии с установленным порядком;